

**FACULDADE DE ARQUITECTURA**  
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

O ESTUÁRIO DO TEJO EM 2100: PROJECTAR A FRENTE RIBEIRINHA EM CENÁRIOS DE  
ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

**Alhandra, Welcome Water**

**Maria Madalena Bernardes de Miranda Freire Torres**

(Licenciada em Estudos Arquitectónicos pela FA-UTL)

Projecto para obtenção do Grau de Mestre em  
Arquitectura – Especialização em Planeamento Urbano e Territorial

**Orientador Científico:** Professor Doutor João Pedro Teixeira de Abreu Costa

**Co-orientador:** Assistente convidada Filipa Serpa dos Santos

**Júri:**

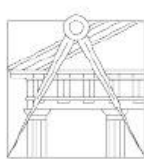
Presidente: Doutor Carlos Francisco Lucas Dias Coelho

Vogais:

Doutor João Figueira de Sousa

Lisboa, FA-UTL, Novembro 2012





**FACULDADE DE ARQUITECTURA**  
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

O ESTUÁRIO DO TEJO EM 2100: PROJECTAR A FRENTE RIBEIRINHA EM CENÁRIOS DE  
ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

**Alhandra, Welcome Water**

**Maria Madalena Bernardes de Miranda Freire Torres**

(Licenciada em Estudos Arquitectónicos pela FA-UTL)

Projecto para obtenção do Grau de Mestre em

Arquitectura – Especialização em Planeamento Urbano e Territorial

**Orientador Científico:** Professor Doutor João Pedro Teixeira de Abreu Costa

**Co-orientador:** Assistente convidada Filipa Serpa dos Santos

**Júri:**

Presidente: Doutor Carlos Francisco Lucas Dias Coelho

Vogais:

Doutor João Figueira de Sousa

Lisboa, FA-UTL, Novembro 2012



**TÍTULO DO PROJECTO:** O estuário do Tejo em 2100: Projectar a frente ribeirinha em cenários de alterações climáticas, Alhandra Welcome Water

**NOME DO ALUNO:** Maria Madalena Bernardes de Miranda Freire Torres

**ORIENTADOR:** Professor Doutor João Pedro Costa

**CO-ORIENTADOR:** Assistente Convidada Filipa Serpa

**MESTRADO:** Mestrado integrado em Arquitectura – especialização em Planeamento Urbano e Territorial

**DATA:** Lisboa, FA-UTL, Outubro 2012

## **RESUMO** (266 palavras)

Por causas antropogénicas ou naturais, as alterações climáticas são cada vez mais, objecto de estudo e investigação a uma escala global, que tem como finalidade encontrar soluções que minimizem as suas consequências, como a subida do nível médio do mar que leva inevitavelmente a efeitos negativos como a inundação e por vezes destruição de frentes ribeirinhas.

O objectivo deste trabalho é, neste contexto, contribuir para o estudo dos impactos e consequências das alterações climáticas mais concretamente da subida do nível médio do mar em zonas ribeirinhas, onde é particularmente estudada e desenvolvida a vila de Alhandra, localizada a Norte do estuário do Tejo, em Portugal. Com a intenção de combater os impactos referidos, o objectivo do trabalho passa também por propor e desenvolver formas de intervenção adequadas.

Para sustentar as opções projectuais propostas para a frente ribeirinha de Alhandra, foi fundamental o estudo dos métodos e estratégias adoptadas por outras cidades e zonas costeiras. Serviram como casos de estudo a cidade de Nova Iorque, nos Estados Unidos, Roterdão, na Holanda e as ilhas Chaar, no Bangladesh.

Adoptam-se assim duas referências de limites topográficos que serão afectados com a subida do mar. A cota 4 e a cota 5, assumindo para um horizonte de cerca de 100 anos, uma subida do nível médio do mar de 2 metros, segundo João Pedro Costa<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> João Pedro Costa, Conferência “Urbanized Estuaries and Deltas. In search of a comprehensive planning and governance. The Lisbon case, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Novembro 2010.

Alhandra, Welcome Water visa tornar este acontecimento numa oportunidade, através do desenvolvimento de um projecto urbano, para o qual é proposta uma nova estratégia de adaptação – Acolher – passando por acolher a água no seu processo natural e adaptando a vila e a sua vivência a esta nova circunstância.

**Palavras chave:** Alhandra, alterações climáticas, subida do nível das águas, projecto urbano, palafitas.

## **ABSTRACT** (269 words)

By anthropogenic or natural causes, climate change is increasingly the subject of study and research on a global scale, which aims to find solutions that minimize their consequences, such as rising sea level that inevitably leads to negative effects as flooding and sometimes destruction of riverfront.

The objective of this work is, in this context, contribute to the study of the impacts and consequences of climate change more specifically the rise in mean sea level in coastal areas, where it is particularly studied and developed the town of Alhandra, located north of the estuary Tagus in Portugal. To sustain the options chosen for the riverfront of the Alhandra was fundamental to the study of methods and strategies adopted by other cities and coastal areas, which in this case was New York, United States of America, Rotterdam, the Netherlands and the islands Chaa, Bangladesh. In this context, an effective intervention is relevant to know and deepen the strategies that can be adopted at this phenomenon.

Adopt thus two references of topographic boundaries that will be affected by rising sea. The threshold limit of 4 feet and 5 feet, assuming a horizon of 2100, a rise in mean sea level of 2 meters. Since much of Alhandra be affected in terms of accessibility, urban spaces and respective uses, then develops a proposal for an urban project for the entire village as well as a draft of a cultural facility taking into account the strategies adopted. Alhandra welcome Water, aims to make this event an opportunity, welcoming water in its natural process and adapting the village and its experience in these circumstances.

**Key-words:** Alhandra, climate change, rising sea levels, urban project, stilts.

## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>- 1 -</b>
Tema.....	- 1 -
Pertinência do tema .....	- 1 -
Objectivos .....	- 2 -
Breve abordagem a conceitos e teorias .....	- 2 -
Metodologia.....	- 3 -
Estrutura de conteúdos .....	- 4 -
<b>1. ESTADO DOS CONHECIMENTOS.....</b>	<b>- 5 -</b>
CAPÍTULO I : As alterações climáticas e as estratégias de intervenção .....	- 5 -
I. O clima actual e futuro .....	- 5 -
II. Iniciativas e políticas de combate às alterações climáticas .....	- 7 -
III. Estratégias preconizadas.....	- 10 -
CAPÍTULO II: As cidades ribeirinhas - Casos de estudo .....	- 17 -
<b>2. PROPOSTA .....</b>	<b>- 27 -</b>
CAPÍTULO I: Área de intervenção – Frente ribeirinha de Alhandra .....	- 27 -
CAPÍTULO II: Projecto teórico e prático – Frente ribeirinha de Alhandra.....	- 34 -
I. Projecto urbano .....	- 34 -
II. Projecto arquitectónico como parte da solução urbana - equipamento .....	- 39 -
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>- 41 -</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E FONTES .....</b>	<b>- 42 -</b>
<b>ANEXOS: PAINEIS DE APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>- 45 -</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Representação esquemática dos potenciais efeitos das alterações climáticas nas áreas costeiras .....	5 -
Ilustração 2 - Anomalia global da temperatura superficial média (°C) no período de 2001-2005 relativamente ao período de 1951-1980.....	11 -
Ilustração 3 – Alterações climáticas e impactos observados na Europa.....	12 -
Ilustração 4 – Quadro dos diferentes cenários de subida do nível do mar .....	13 -
Ilustração 5 – Alguns impactos das alterações climáticas esperados em cidades da Europa do Sul e exemplos de medidas de adaptação .....	15 -
Ilustração 6 - Hipóteses de estratégias de adaptação.....	16 -
Ilustração 7 - Nova Iorque - Simulação inundação 4ft (1.2m).....	17 -
Ilustração 8 - Nova Iorque - Simulação inundação 10 ft (3m) – Furacão categ. 1 ...	17 -
Ilustração 9 - Nova Iorque -Simulação inundação 16ft (4.8m) – Furacão categ. 2 ..	17 -
Ilustração 10 - Nova Iorque - Simulação inundação 24ft (7.3m) – Furacão categ. 3-	17 -
Ilustração 11 - Nova Iorque - Master Plan “Palisade Bay” .....	18 -
Ilustração 12 – Roterdão - Master Plan “ WaterStad 2035” .....	20 -
Ilustração 13 – Barreira Maeslant .....	21 -
Ilustração 14 – Barreira Maeslant .....	21 -
Ilustração 15 - Praça de água vazia.....	22 -
Ilustração 16 - Praça de água parcialmente inundada .....	22 -
Ilustração 17 - Praça de água totalmente inundada .....	22 -
Ilustração 18 – Impacto da subida do nível da água, no Bangladesh.....	23 -
Ilustração 19 – Indig�ncia humana nas ilhas char.....	24 -
Ilustração 20 – Composição de jardins flutuantes .....	24 -
Ilustração 21 – Jardins flutuantes .....	24 -
Ilustração 22 – Eleva�o das casas sobre palafitas .....	25 -
Ilustração 23 – Eleva�o das casas sobre palafitas .....	25 -
Ilustração 24 – Localiza�o de Alhandra no estuário do Tejo .....	27 -
Ilustração 25 – Hierarquia dos centros urban. do concelho de Vila Franca de Xira.-	28 -
Ilustração 26 – Serviço ferroviário suburbano da linha da Azambuja .....	29 -
Ilustração 27 – Identifica�o das principais rodovias do município de Vila Franca de Xira .....	29 -
Ilustração 28 – Perspectiva do “logradouro” do equipamento .....	29 -
Ilustração 29 – Edifícios segundo a época de constru�o, no concelho da Vila Franca de Xira, por freguesia (em %). .....	30 -

Ilustração 30 – Esquema da malha urbana de Alhandra.....	- 31 -
Ilustração 31– Distribuição das classes e categorias de espaço na freguesia de Alhandra .....	- 31 -
Ilustração 32 – Nível do mar para actual em Alhandra.....	- 33 -
Ilustração 33 – Simulação da subida do nível do mar em Alhandra para 2100 (2m + 1m ondulação).....	- 33 -
Ilustração 34 – Linha ferroviária em Alhandra e Vila Franca de Xira .....	- 35 -
Ilustração 35 – Perspectiva geral do projecto urbano.....	- 36 -
Ilustração 36 – Rua “canal”, maré baixa e maré alta .....	- 36 -
Ilustração 37 – Rua “húmida”, maré baixa .....	- 37 -
Ilustração 38 – Rua “húmida”, mare alta .....	- 37 -
Ilustração 39 – Logradouro/acesso ao exterior .....	- 38 -
Ilustração 40 – Esquema síntese da estratégia.....	- 38 -
Ilustração 41 – Perspectiva da parte nova do equipamento – centro cultural de Alhandra .....	- 39 -
Ilustração 42 – Perspectiva do equipamento – pormenor divisória de água.....	- 40 -
Ilustração 43 – Perspectiva do “logradouro” do equipamento .....	- 40 -

# INTRODUÇÃO

## Tema

O presente trabalho tem como objecto de estudo, os aglomerados urbanos do estuário do Tejo em 2100, mais concretamente a Vila de Alhandra, num cenário de alterações climáticas e respectivas consequências, sendo a mais evidente e impactante a subida do nível das águas do mar. Assim revela-se que parte do trabalho se dedique também à estruturação de uma proposta de intervenção e adaptação da Vila a estas circunstâncias.

## Pertinência do tema

O tema das alterações climáticas é um assunto referido numa escala global, afectando entre outras, as cidades costeiras, onde residem, segundo o Instituto Internacional para o meio Ambiente (IIED), 600 milhões de pessoas, 10% da população mundial.

O aquecimento global da Terra e o consequente degelo dos glaciares, é o principal factor para que, segundo projecções científicas, o nível médio das águas possa atingir valores elevados, existindo mesmo autores que apontam para valores na ordem dos 2 metros em 2100 como: *Hansen (2007)*; *Pfeffer et al (2008)*; *Thames Estuary Plan (2009)*; *Defra (2010)*. Esta subida significativa não será progressiva e equilibrada, pelo contrário irá acontecer de uma forma exponencial, reforçando ainda mais a urgência em intervir.

A grande maioria das cidades costeiras vive de actividades ligadas à água como a pesca, indústria, agricultura, comércio e turismo. Estima-se que mais de 180 países sofrerão com este problema, por se localizarem em zonas costeiras e portanto cotas baixas, refere ainda o I.I.E.D. Dada a rapidez com que este fenómeno se está a instalar no nosso planeta, temos que intervir com alguma urgência a fim de evitar perdas humanas, ecológicas e económicas. Numa escala nacional, prevê-se um impacto forte em toda a costa portuguesa, nomeadamente no estuário do Tejo e seus aglomerados urbanos, como maior estuário do país.

## Objectivos

O presente trabalho tem como principal objectivo, contribuir para o estudo dos impactos da subida do nível médio do mar no estuário do Tejo, mais concretamente na vila de Alhandra, através da elaboração de um projecto urbano com estratégias adequadas.

Para enfrentar este problema, é então fundamental a construção de cenários de afectação de maneira a intervir com maior eficiência. Neste contexto, foi necessário estudar soluções e estratégias adoptadas por outras cidades ribeirinhas já hoje afectadas por fenómenos da mesma natureza. Numa segunda fase é essencial definir e ajustar as estratégias possíveis a adoptar baseando-se numa análise prévia às características, costumes e identidade do local.

Assumindo um cenário extremo na subida do nível do mar, torna-se determinante o desenvolvimento de um projecto urbano e arquitectónico para as áreas previsíveis de serem afectadas, que venha dar corpo às estratégias definidas, procurando dar solução ao problema e ao mesmo tempo potenciar a relação da vila com o rio.

## Breve abordagem a conceitos e teorias

Para fazer frente às questões relacionadas com as alterações climáticas, são conhecidas à partida duas estratégias de intervenção: mitigação e a adaptação. Enquanto as medidas de mitigação se focam na redução dos gases de efeito de estufa(GEE), as medidas de adaptação centram-se em minimizar as consequências negativas deste fenómeno. Associada a esta estratégia, existem três possibilidades de intervenção, que segundo o documento “ Facing up to rising sea levels: Retreat? Defend? Attack?” (Riba & ICE, 2009) são: “Recuar”, “Defender” e “Atacar”. Face às características do local de intervenção, e estudando as variadas hipóteses de intervenção é pertinente a proposta de uma nova estratégia – *Acolher* – que passa essencialmente por acolher o rio na vivência da cidade. Adequando-se melhor às intenções pretendidas para o local, é nesta base que é elaborado o projecto urbano para a Vila de Alhandra, no estuário do Tejo, onde estas estratégias são trabalhadas isoladamente ou em conjunto, consoante as características do sítio.

## Metodologia

Para o total desenvolvimento, neste trabalho final de mestrado foram definidas cinco etapas sequenciais. A primeira passa por identificar a zona de intervenção tendo em conta o impacto que esta sofrerá com a subida do nível médio das águas do mar resultante das alterações climáticas. Numa segunda fase analisa-se a zona escolhida e avalia-se o impacto da subida do nível das águas nas actividades produtivas, no património residencial e nos equipamentos colectivos, bem como nas infra-estruturas de acessibilidade e transportes. Também nesta fase ficam definidas as estratégias orientadoras do projecto a desenvolver. A terceira etapa, dedica-se à elaboração de diversos cenários e modelos alternativos aptos a solucionar o problema em questão. Numa quarta fase, desenvolve-se um dos modelos identificados na etapa anterior, tendo em conta a sua organização espacial e funcional. Na quinta e última etapa é proposto um projecto de equipamento urbano, enquadrando-o e integrando-o na lógica da estratégia adoptada.

Numa primeira abordagem ao tema, foi analisada toda a área entre as pontes, Marechal Carmona em Vila Franca de Xira e a Vasco da Gama no parque da Nações, focando-se na sua evolução histórica, usos do solo, características do edificado e mobilidades. Através desta análise, foram identificadas as áreas que são mais vulneráveis à subida do nível das águas, tomando como referência os “tipping points” das cotas de terra de 4,00m e 5,00m, destacando os aglomerados de Vila Franca de Xira, Alhandra e Alverca do Ribatejo.

Das 3 zonas referidas agrupou-se Vila Franca de Xira e Alhandra como uma zona em que o núcleo urbano está localizado muito próximo da zona ribeirinha, o que nos levou a constatar que cerca de metade do núcleo habitacional poderá ser inundado no “tipping point” dos 5,00m, no horizonte 2100. São aglomerados urbanos que têm uma forte relação com o rio, sendo a zona ribeirinha caracterizada por espaços destinados ao lazer, com alguns espaços verdes, caminhos pedonais e ciclovia. A cidade de Vila Franca tem a particularidade da linha ferroviária se localizar também na zona ribeirinha da cidade, uma infra-estrutura determinante que também será atingida pela subida das águas. A cidade de Alverca do Ribatejo destaca-se em oposição às cidades referidas anteriormente, uma vez que a sua área costeira é caracterizada por uma grande base militar, o aeródromo, que por sua vez corta qualquer relação da cidade com o rio. O principal núcleo urbano da cidade localiza-se atrás da linha ferroviária e da auto-estrada.

Assim, dado o grande impacto que se verifica com a subida do nível das águas nos cenários ensaiados, a área escolhida para intervir foi Alhandra, uma vez que é das cidades mais afectadas, em que cerca de 70% da sua área total estará em risco de inundação, em 2100.

## **Estrutura de conteúdos**

O presente relatório é composto por duas partes estruturantes que correspondem ao Estado dos conhecimentos e à Proposta.

O Estado dos conhecimentos engloba dois capítulos essenciais que são: Cap.1 *As alterações climáticas e as estratégias de intervenção*, que explica os conceitos subjacentes a todo o trabalho como seja: clima; alterações climáticas; aquecimento global; causas para as alterações climáticas, naturais e/ou humanas; modelos do sistema climático; precipitação, inundações e cheias. É neste ponto também que são referenciadas as diferentes políticas existentes no combate às alterações climáticas, a nível internacional, europeu e nacional e ainda a apresentação dos impactos das alterações climáticas, medidas de adaptação e explicação das estratégias “defender, atacar e recuar”. No segundo capítulo, denominado por *As cidades ribeirinhas - casos de estudos*, são apresentados os casos de estudo de Roterdão, Bangladesh e Nova Iorque, referenciando as diferentes estratégias adoptadas por estas diferentes cidades ribeirinhas. Este capítulo torna-se assim fundamental uma vez que suporta todas as escolhas e definições adoptadas na parte seguinte do trabalho, a Proposta.

A Proposta é estruturada igualmente em dois capítulos sendo que o primeiro se refere a todo o estudo e análise da zona onde se insere a proposta (Alhandra): O que é; localização; o crescimento histórico; o relevo e a bacia hidrográfica; actividades e usos predominantes; as ligações fluviais, vias e acessibilidades; a caracterização e estado do edificado; a relação da Vila com a frente ribeirinha e o seu aproveitamento e os impactos que Alhandra terá face à subida do nível do mar. É através do estudo destes elementos que é possível uma correcta e eficiente intervenção. O último capítulo é dedicado à explicação do objectivo da proposta e do desenvolvimento de todo o projecto prático, desde a estratégia geral adoptada, até aos pormenores técnicos específicos da solução arquitectónica que complementa o projecto urbano.

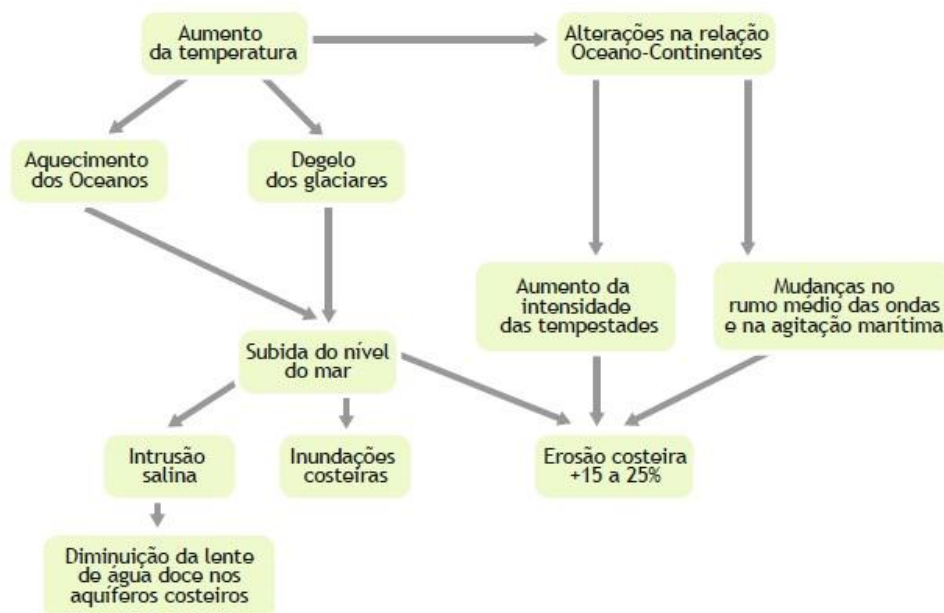
## 1. ESTADO DOS CONHECIMENTOS

### CAPÍTULO I : As alterações climáticas e as estratégias de intervenção

#### I. O clima actual e futuro

Segundo o terceiro relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2001) - IPCC, o clima refere-se às condições meteorológicas médias medidas através de variáveis meteorológicas como a precipitação, temperatura e vento num período de tempo que vai de meses a milhões de anos, que de acordo com a Organização Mundial de Meteorologia (OMM) é geralmente de 30 anos.

As alterações climáticas são, de acordo com o IPCC uma variação do clima, ou seja das variáveis que caracterizam o clima, durante um período extenso que geralmente é medido em décadas. Quer seja por causas naturais ou antropogénicas (acção humana), ambas contribuem para esta mudança climática que se tem vindo a observar ao longo do tempo. Esta definição difere da Framework Convention on Climate Change(1992) - UFCC, que atribui as actividades humanas como a causa da alteração da composição do clima e da variação natural do clima.



**Ilustração 1 - Representação esquemática dos potenciais efeitos das alterações climáticas nas áreas costeiras**

Fonte: Alterações climáticas e desenvolvimento urbano (Alcoforado et al., 2009).

[http://politicadecidades.dgotdu.pt/docs\\_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie\\_politica\\_de\\_cidades-4.pdf](http://politicadecidades.dgotdu.pt/docs_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie_politica_de_cidades-4.pdf)

Como referido, existem dois tipos de causas para as alterações climáticas: as antropogénicas e as naturais. Estas últimas derivam em grande parte de variações na radiação solar e das características que influenciam a trajetória da Terra em torno do Sol (Santos et al., 2001). As alterações climáticas de origem antropogénica, ou seja, por acção humana, são, segundo as conclusões do 3º relatório do IPCC, a principal causa para a grande parte do aquecimento global observado nos últimos anos. O aquecimento global que resulta de emissões de gases com efeito de estufa (GEE) para a atmosfera, onde se destaca o vapor de água e o dióxido de carbono, é proveniente essencialmente da queima de combustíveis fósseis e da alteração do uso do solo tal como a desflorestação (IPCC, 2007).

Embora os GEE desempenhem uma função essencial no equilíbrio radiativo da atmosfera, o aumento da sua concentração tende a aumentar a temperatura global, principal causa do recuo da maioria dos glaciares de montanhas, assim como a redução da massa de gelo nas grandes altitudes e da dilatação térmica da camada superficial dos oceanos, que gera consequentemente um aumento do nível médio do mar (Santos, F. D; Miranda, P., 2006).

Uma vez que as emissões de GEE tendem a aumentar nos próximos tempos, torna-se então fundamental construir modelos climáticos, cenários do clima futuro por meio de simulações de maneira a interpretar o comportamento do clima e deste modo prever os seus impactos. Estas simulações, conseguidas através de diversas observações, constituem uma base quantitativa que, como já foi dito, prevê cenários e probabilidades sobre aspectos referentes à mudança do clima. Com base num conjunto de modelos climáticos e de cenários socioeconómicos futuro, e segundo o 3º relatório do IPCC, o aumento do nível médio do mar projectado até ao final do séc. XXI está compreendido entre 0,09 e 0,88m.

Relativamente ao tema dos oceanos, estudos feitos desde 1961 afirmam que a sua temperatura tem crescido em profundidades de 3000m, tendo estes absorvido mais de 80% do calor acrescido ao sistema climático. O aquecimento do sistema climático é cada vez mais evidente, podendo-se observar um aumento global das temperaturas do ar e dos oceanos, assim como o derretimento do gelo e neve em



grande quantidade, factores estes que contribuem para o verificado aumento do nível do mar, principalmente na Antártica e Groenlândia. Desde a data referida até 2003, o nível do mar global aumentou em média cerca de 1,8mm por ano (IPCC, 2007).

Este aumento de temperatura causado pelos factores já referidos, é também a razão para alterações no que respeita ao ciclo da água, onde o aumento da precipitação e a concentração de vapor de água tendem a aumentar com uma grande frequência e intensidade, aumentando desta forma o risco de inundações em algumas regiões e secas noutras.

## **II. Iniciativas e políticas de combate às alterações climáticas**

### INICIATIVAS INTERNACIONAIS

A consciência da problemática das alterações climáticas a nível internacional deu-se no início da década de 90 quando se constatou que medidas de mitigação como a redução da emissão de GEE se tornara essencial no combate às alterações climáticas e por isso indispensável implementar. Este facto, levou a uma necessidade de criar diversos acordos tanto internacionais como europeus e nacionais que conduzissem a uma maior organização e eficiência. Neste contexto, os principais acordos internacionais no âmbito das alterações climáticas foram:

- **Convenção Quadro da Nações Unidas sobre alterações climáticas.** Este acordo foi adoptado durante a conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento (CNUAD), e assinado no Rio de Janeiro em 1992. Sendo dos primeiros acordos internacionais, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações climáticas representa uma responsabilidade na estabilização dos níveis de GEE, estipulando prazos que permitissem a adaptação natural dos ecossistemas às alterações climáticas. Este Quadro, atribui também a responsabilidade e liderança deste processo aos países mais desenvolvidos, uma vez considerados os principais emissores de GEE desde a revolução industrial. Embora também contribuam, e muito, para o excesso de emissões de GEE, como é o caso da China, é reconhecido que os países em vias de desenvolvimento têm menos capacidades de reação e combate, pondo o seu crescimento económico em risco (Alcoforado et al., 2009).

- **Protocolo de Quioto (PQ).** Sucedeu à Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas e foi assinado em 1997 na conferência de Quioto, no Japão, tendo entrado em vigor só em Fevereiro de 2005.

Este protocolo constitui um dos principais instrumentos no combate às alterações climáticas, com objectivos e princípios mais rígidos que visam a redução da emissão de gases que agravam o efeito de estufa, a principal causa antropogénica do aquecimento global.

Através de um calendário e de metas específicas para cada país, em que o critério passou não só pelo seu nível de desenvolvimento mas também pelo grau de emissões de GEE, foi proposto o objectivo de reduzir as emissões de gases de efeito de estufa durante o período de 2008 e 2012 em pelo menos de 5% face ao ano de 1990. Assim, os 55 países responsáveis pelos 55% dos GEE foram então levados a ratificar este protocolo que exigia dos países desenvolvidos alternativas menos poluentes e dos países em desenvolvimento, relatórios anuais das emissões de gases (Alcoforado et al., 2009).

Em desacordo com estas exigências, destaca-se os Estados Unidos da América, o país mais poluente, que criticou o facto de países como a Índia e China, grandes emissores de GEE, apenas tenham que apresentar relatórios e não alternativas redutoras de gases de efeito de estufa. Por esta razão, e apesar dos seus 25% de emissões globais, os EUA não assinaram o protocolo de Quioto, o que levou a que muitos outros países menos poluentes tivessem que ratificar este acordo (Alcoforado et al., 2009).

Neste contexto, surgem instrumentos de cooperação que vêm ajudar a alcançar as metas previstas com maior eficiência. Estes instrumentos são por exemplo o comércio de Emissões e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, o possibilita a participação dos países em desenvolvimento no tratado, podendo vender créditos de projectos para a redução dos GEE, aos países desenvolvidos.

#### INICIATIVAS EUROPEIAS

O facto de os Estados Unidos da América não terem assinado o protocolo de Quioto, aliado à não participação de países emergentes como a China, Índia e Brasil, levou a que a Europa necessitasse de combater as alterações climáticas com uma

maior rapidez e eficiência, incidindo em sectores como a energia, os transportes e a indústria. Neste contexto, surgiram importantes acordos como:

- **Programa Europeu para as Alterações Climáticas (ECCP).** Criado em Março de 2000 pela comissão europeia, teve como objectivo identificar e desenvolver um conjunto de políticas e medidas necessárias à redução das emissões de gases com efeito de estufa, seguindo critérios de custo-eficácia. A segunda fase deste programa (ECCP II) foi lançada em Outubro de 2005 e incidiu no desenho de novas propostas para o período entre 2012 e 2020, em sectores como a aviação internacional, o programa europeu de adaptação e a revisão do comércio europeu de licenças de emissão (CE, 2008).
- **Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE).** Foi desenvolvido no seguimento do ECCP e implementado em Janeiro de 2005. Destinado ao controlo das emissões de CO<sub>2</sub>, foi o primeiro instrumento de mercado intracomunitário de regulação das emissões de GEE, aprovado pela directiva 2003/87/ CE. O Comércio de Emissões pressupõe que os países que tenham conseguido reduzir as suas emissões entre 2008 e 2012, possam vender o excedente a outros países que tenham mais dificuldade em alcançar as suas metas. Desta forma, a possibilidade de compra e venda de licenças de emissões faz com que os objectivos sejam atingidos com custos mais reduzidos.(CE, 2008)

#### INICIATIVAS NACIONAIS

Apesar da meta proposta pelo Protocolo de Quioto corresponder a uma redução de pelo menos 5% das emissões, Portugal, pelos baixos valores de emissões observados em 1990, pode aumentar no máximo 27% das emissões entre 2008 e 2012 (Alcoforado et al., 2009). Visto isto, foram criados instrumentos essenciais que permitissem alcançar os objectivos propostos pelos PQ:

- **Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC).** Implementado em 2006, surge numa necessidade de controlar e reduzir as emissões de GEE, e ao mesmo tempo antecipar os impactos das alterações climáticas, propondo

políticas e medidas de adaptação e mitigação nos sectores com mais emissões de gases de efeito de estufa, como da energia, agricultura, florestas, pecuária, resíduos e serviços e ainda nos sectores não abrangidos pelo CELE como os transportes e a residencial. A produção de electricidade usando energias renováveis e a alteração do imposto automóvel em função de emissões de CO<sub>2</sub>, são exemplos possíveis a adoptar para o cumprimento dos objectivos propostos.

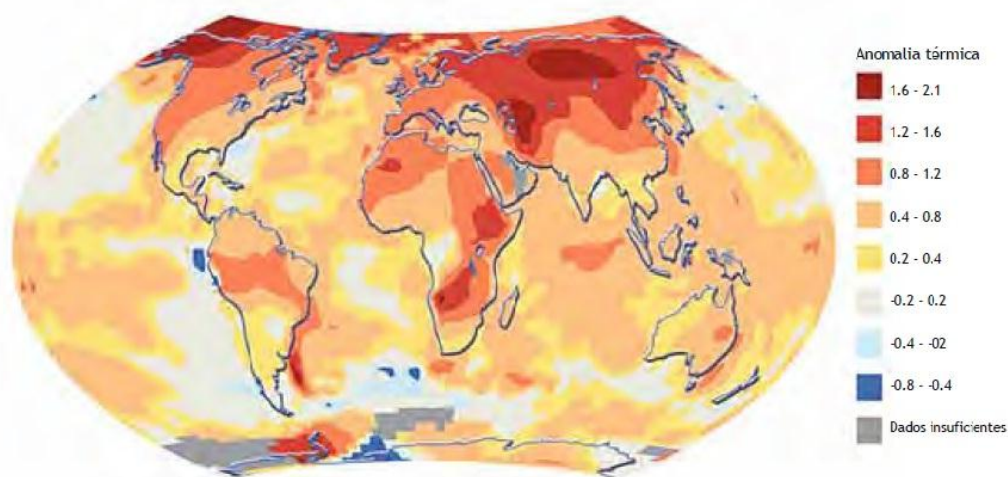
- **Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE).** Define não só as condições abrangidas pelas instalações do CELE, mas também a quantidade total de licenças de emissão a atribuir, em Portugal, a indústria e empresas de por exemplo produção de energia e transformação de metais ferrosos.

O plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão foi desenvolvido em duas fases, tendo sido a primeira (PNALE I) no período de 2005 a 2007, e a segunda (PNALE II) entre 2008 e 2012, em que o valor imposto neste período foi inferior às emissões observadas no PNALE I.

### **III. Estratégias preconizadas**

#### MUNDO

Como é natural, a vulnerabilidade às alterações climáticas varia consoante a localização geográfica assim como as condições sociais, económicas e ambientais em que estão inseridos. Neste contexto, os países em desenvolvimento, são aqueles que mais sentirão os impactos negativos deste fenómeno. Pelas razões já referidas, estes países têm uma menor capacidade para aplicar medidas de adaptação que realmente minimizem as consequências. Assim, devido à sua localização geográfica, as regiões mais afectadas serão nos grandes deltas da Ásia e África (OCDE, 2011).




**Ilustração 2 - Anomalia global da temperatura superficial média (°C) no período de 2001-2005 relativamente ao período de 1951-1980**

Fonte: Alterações climáticas e desenvolvimento urbano (Alcoforado et al., 2009).

[http://politicadecidades.dgotdu.pt/docs\\_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie\\_politica\\_de\\_cidades-4.pdf](http://politicadecidades.dgotdu.pt/docs_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie_politica_de_cidades-4.pdf)

## EUROPA

Na Europa, a capacidade de adaptação é notoriamente mais elevada. Os impactos negativos verificar-se-ão mais ao nível de inundações no interior, e um considerável aumento de erosão das zonas costeiras. Nas regiões montanhosas irá ser visível uma redução substancial da camada de neve e consequentemente uma grande perda de espécies. O sul da Europa, uma área muito vulnerável uma vez que é onde se regista maiores aumentos de temperatura, será a região mais afectada do continente onde se prevê que as condições climatéricas atinjam essencialmente o sector agrícola. Também na área da saúde se sentirão os efeitos das alterações climáticas, onde as ondas de calor e consequentes queimaduras, cheias e poluição se destacam com uma tendência para aumentar (Santos, F. D; Miranda, P., 2006).

Quadro II - Alterações climáticas e impactos observados na Europa			
VARIÁVEIS/COMPONENTES	ALTERAÇÃO	INTERVALO DE TEMPO	
Extremos de calor	 Mais frequentes e intensos. O risco de mortalidade aumenta entre 0,2 e 5,5% por cada 1 °C de incremento de temperatura média	Últimos 50 anos	 Aumento/ diminuição com impacte negativo
Extremos de frio	 Menos frequentes	Últimos 50 anos	 Aumento/ diminuição com impacte positivo
Precipitação no Norte	 Entre 10 a 40%	Durante o século XX	 Aumento/ diminuição com impacte positivo
Precipitação no Sul	 Até 20%	Durante o século XX	 Aumento/ diminuição com impacte positivo
Glaciares dos Alpes	 Perderam 2/3 do volume	Desde 1850	 Aumento com impacte potencialmente positivo ou negativo
Cobertura de gelo	 1,3% por década	Últimos 40 anos	 Aumento com impacte potencialmente positivo ou negativo
Distribuição das espécies	Movimentos para norte, até 1100 km	Últimos 40 anos	

**Ilustração 3 – Alterações climáticas e impactos observados na Europa**

Fonte: Alterações climáticas e desenvolvimento urbano (Alcoforado et al., 2009).

[http://politicadecidades.dgotdu.pt/docs\\_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie\\_politica\\_de\\_cidades-4.pdf](http://politicadecidades.dgotdu.pt/docs_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie_politica_de_cidades-4.pdf)

## PORTUGAL

Portugal Continental, está localizado no sudoeste da Europa e situa-se na zona de transição entre o anticiclone subtropical e a zona das depressões subpolares, sendo o seu clima mediterrânico fortemente influenciado pela proximidade ao oceano atlântico. Portugal possui de uma grande diversidade morfológica ao longo do seu território, se o norte do País é constituído uma região montanhosa e precipitação abundante, no sul predominam as planícies e planaltos e uma precipitação mais moderada (Santos, F. D; Miranda, P., 2006). Entre estas duas regiões, encontra-se uma grande cordilheira montanhosa que tem um papel fundamental na distribuição das variáveis climáticas em todo o território onde é de salientar a influência na quantidade de precipitação que a região sul do país recebe. A precipitação média anual em Portugal é de 900mm, apresentando uma variação espacial significativa devido à topografia do país já abordada.

As alterações climáticas em Portugal têm sido objecto de estudo pelo projecto SIAM (*Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*), que através de estudos de cenários de clima futuro, concluíram consequências graves e preocupantes.

Relativamente ao nível médio do mar no litoral Português, estudos segundo (Dias e Taborda, 1992) revelam que este subiu cerca de 15cm durante o século XX, o que significa que houve uma subida de 1,5mm por ano.

Existem também outros modelos já referidos anteriormente que, segundo João Pedro Costa, (Conferência “Urbanized Estuaries and Deltas”. In search of a comprehensive planning and governance. The Lisbon case, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Novembro 2010), estimam uma subida do nível do mar para valores compreendidos entre 1,00m e 2,00m, para o horizonte de 2100.

Sea level elevation scenarios overview					
2100 Scenarios	Sea level rise	Lisbon topographic correction	Lisbon tide increment	Wave increment (Tagus Estuary)	Lisbon meteorological elevation
IPCC (2007) A1 scenario					
Rahmstorf (2007) B1 scenario	0.6				
CCIAM - Portugal (2010) B1 scenario					
Rahmstorf (2007) A1 scenario					
CCIAM - Portugal (2010) A1 scenario	1.0				
North Carolina SLRAR (2010) recommended scen.		0,10 m			
Dutch Delta Commission (2008) worst scenario	1.3	(official cartographic error in 2010)	1.5 m	~ 0.3 m	0 m
Vellinga et al (2009) worst scenario			(medium tide)	(current wave)	
Defra (2006) recommended scenario	1.2				
Climate Rotterdam (2010) worst scenario					
Rahmstorf (2007) worst scenario		to	to	to	to
California CATR (2009) A1f1 worst scenario	1.4				
North Carolina SLRAR (2010) – worst scenario		0,20 m	2.1 m	~0.8 m	0.43 m
Defra (2006) worst scenario		(empirical cartographic error in 2010)	(extreme tide)	(extreme wave)	(maximum)
New York CPCC (2009) worst scenario	1.6				
Hansen (2007)					
Pfeffer et al (2008) high ++ scenario					
Thames Estuary Plan (2009) high ++ scenario	2.0				
Defra (2010) London high ++ scenario, UKCIP09					
(Common scenario for adaptaton strategies)					

**Ilustração 4 – Quadro dos diferentes cenários de subida do nível do mar**

Fonte: Quadro facultado pelo professor João Pedro Costa, Fa-utl, 2011/2012

De entre todos os impactos que se irão verificar na região costeira, como resultado da subida do nível médio do mar, destaca-se a intensificação do processo erosivo e o aumento das cotas de inundação e consequentemente das áreas inundadas.

## ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO

Devido aos grandes impactos provenientes das alterações climáticas, e uma vez que estas são inevitáveis no séc. XXI, torna-se imprescindível formular respostas e estratégias de adaptação adequadas que garantam a minimização dos prejuízos nos sistemas naturais e sociais vulneráveis às consequências das alterações climáticas. Neste contexto são conhecidos dois tipos de resposta: a mitigação e a adaptação.

A mitigação é uma medida que visa combater as causas das alterações climáticas resultantes de actividades humanas e vai essencialmente ao encontro da estabilização da concentração atmosférica dos GEE. Sendo fundamental para o controlo das alterações climáticas, a redução das emissões globais de GEE, a mitigação tem um papel desafiador uma vez que tem de diminuir o consumo a nível mundial dos combustíveis fósseis por meio da poupança de energia (Santos, F. D; Miranda, P., 2006).

Podendo as medidas de mitigação não ser suficiente para evitar mais impactos decorrentes de alterações climáticas nos próximos anos, as medidas de adaptação surgem como complemento à estratégia de mitigação; a sua capacidade consiste na agilidade dos sistemas naturais e humanos em se ajustar à alteração climática, de maneira a moderar danos potenciais e ao mesmo tempo tirar proveito de oportunidades e aprender a viver com as consequências. É pertinente referir que enquanto as medidas de mitigação, ou seja a redução dos GEE são implementadas por todos, as medidas de adaptação revertem apenas nos territórios onde essas medidas são realizadas (MAOTDR, 2009).

Neste contexto, a adaptação requer primeiramente a participação dos agentes, públicos e privados envolvidos nos diversos sectores socioeconómicos que são ou serão afectados pelos efeitos decorrentes das alterações climáticas, uma vez que inclui tanto estratégias nacionais e regionais como medidas concretas a nível individual ao mesmo tempo que atende em responder não só problemas actuais como antecipar problemas futuros (Santos, F. D; Miranda, P., 2006).



	Impactes esperados		Medidas de adaptação
Clima Térmica	Aumento da temperatura	Seleccção do solo para urbanização/ Desenho urbano	Aumentar o número e a área de espaços verdes, incluindo telhados verdes
	Aumento Vagas de Calor		Aumentar o número de árvores nas ruas
	Diminuição Vagas de Frio	Infra-estruturas	Criar telhados azuis e extensões de água
			Promover espaços públicos abertos
			Manter corredores de ventilação
			Criar sistema de alerta de vagas de calor
			Equipar serviços de urgência
Água	Redução da precipitação anual	Seleccção do solo para urbanização	Adequar a ocupação do solo às necessidades de infiltração e captação de água
	Aumento das precipitações intensas		Renaturalizar rios para melhorar retenção de água
	Diminuição da disponibilidade de água	Desenho urbano	Definir áreas de protecção contra cheias e inundações
	Diminuição do escoamento dos rios	Infra-estruturas	Proibir a construção em leitos de cheia
	Diminuição da qualidade da água		Implementar sistemas alternativos de armazenamento da água da chuva e pluviais
	Aumento do número e intensidade de cheias e inundações	Outras	Instalar reservatórios para captação da água da chuva
	Aumento do número e intensidade de secas		Impor limites à utilização de recursos hídricos em situações específicas
			Melhorar o sistema de escoamento de águas pluviais e de drenagem de águas residuais
			Promover a substituição de equipamentos e técnicas com base no grau de eficiência
			Promover a reutilização de água para diversas actividades
Poluição / Saúde	Aumento da poluição atmosférica	Seleccção do solo para urbanização	Aumentar o número e a área de espaços verdes, incluindo telhados verdes
	Aumento das doenças por vectores	Desenho urbano	Aumentar o número de árvores nas ruas
	Aumento das doenças relacionadas com poluição		Promover os transportes públicos, criar ciclovias e reduzir o acesso do automóvel
	Aumento da Mortalidade	Infra-estruturas	Criar sistemas de alerta de níveis de poluição

**Ilustração 5 – Alguns impactos das alterações climáticas esperados em cidades da Europa do Sul e exemplos de medidas de adaptação**

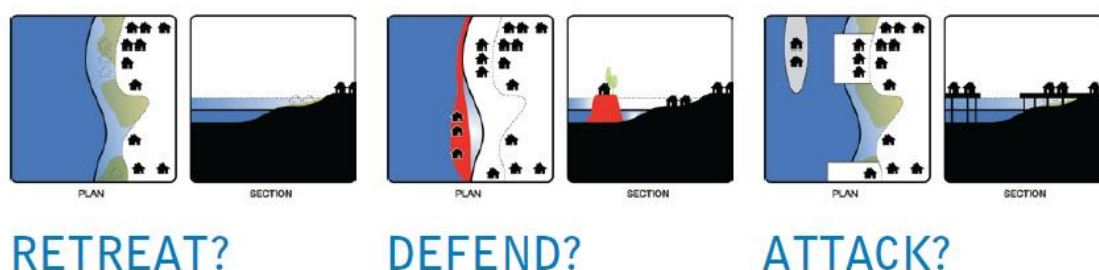
Fonte: Alterações climáticas e desenvolvimento urbano (Alcoforado et al.,2009).

[http://politicadecidades.dgotdu.pt/docs\\_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie\\_politica\\_de\\_cidades-4.pdf](http://politicadecidades.dgotdu.pt/docs_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie_politica_de_cidades-4.pdf)

Como medidas a implementar no desenvolvimento da estratégia de adaptação, é importante referir a adaptação da legislação em matéria de construção às futuras condições climáticas, assim como a possível exploração de recursos hídricos escassos. A adaptação no planeamento do uso do solo e projectos de infraestruturas contra inundações são outras medidas possíveis a adoptar, sendo mais frequente a elevação do nível dos diques ou a construção de barreiras defensivas que por sua vez, devido às tecnologias implementadas poderá causar um possível aumento de consumo de energia, o que leva a um crescimento da vulnerabilidade ao invés de reduzir. Nesta matéria, é igualmente importante o desenvolvimento de culturas

tolerantes à seca assim como a escolha de espécies florestais menos vulneráveis a tempestades e incêndios (COM,2009).

Como base e associado às estratégias de adaptação à subida do nível do mar, a RIBA (*Royal Institute of British Architects*) em conjunto com a ICE (*Institution of Civil Engineers*), desenvolveu os conceitos de “Recuo”, “Defesa” e “Ataque” (RIBA and ICE, 2009). Embora tenham sido aplicados primeiramente em duas cidades inglesas, estes conceitos estão na base de qualquer estudo relacionado com as hipóteses de combate à subida do nível médio das águas do mar, sendo aplicáveis a diferentes regiões com diferentes características.



**Ilustração 6 - Hipóteses de estratégias de adaptação**

Fonte: Facing up to rising sea levels: Retreat? Defend? Attack? (RIBA and ICE, 2009)

[http://www.buildingfutures.org.uk/assets/downloads/Facing\\_Up\\_To\\_Rising\\_Sea\\_Levels.pdf](http://www.buildingfutures.org.uk/assets/downloads/Facing_Up_To_Rising_Sea_Levels.pdf)

A estratégia de recuo consiste num afastamento do problema de maneira a evitar uma catástrofe maior, retirando a ocupação urbana das zonas mais afectadas para um terreno mais seguro e renaturalizando o espaço em risco de inundação. Já a estratégia de defesa aposta na protecção da área urbana sujeita a este fenómeno de subida do nível mar, através da construção de diques e barreiras e da criação de bacias de retenção. Embora seja uma solução bastante dispendiosa, a estratégia de defesa garante uma cidade protegida contra as inundações, evitando a necessidade de deslocar o núcleo construído para terrenos mais altos. Como terceira, e última hipótese possível de adoptar, temos a estratégia de ataque. Esta estratégia é outra forma de adaptação e assume todas as ocorrências e fenómenos extremos, preparando a cidade para receber e conviver com a água. Tornar as habitações, acessibilidades e estruturas resilientes, e ao mesmo tempo avançar com estruturas flutuantes para a água, são as ações tipo associadas a esta estratégia (RIBA and ICE, 2009).

## CAPÍTULO II: As cidades ribeirinhas - Casos de estudo

Como referido, a grande maioria das cidades costeiras vive de actividades ligadas à água como a pesca, indústria, agricultura, comércio e turismo. Dada a rapidez com que este fenómeno se está a instalar, tornou-se necessário intervir com alguma urgência a fim de evitar perdas humanas, ecológicas e económicas.

Neste contexto, a adopção de estratégias de mitigação, complementadas com estratégias de adaptação, tornou-se essencial para o desenvolvimento das cidades ribeirinhas.

De seguida apresentaremos exemplos de 3 cidades internacionais - Nova Iorque, nos Estados Unidos da América; Roterdão, na Holanda e; ilhas Char, no Bangladesh - com características muito distintas, na forma como enfrentam este fenómeno de subida do nível do mar através de medidas e estratégias de natureza muito distinta.

### NOVA IORQUE - ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

De acordo com o estudo *"Responding to Climate Change in New York City"*, Nova Iorque poderá registar uma subida do nível das águas até 25 centímetros em 2020 o que significa uma subida dos níveis do mar de cerca de 58 centímetros até 2080 (12 centímetros até 2020).

Num segundo cenário, e segundo o NPCC (New York City Panel on Climate Change), considera-se um possível crescimento acelerado do degelo, onde se prevê um aumento da precipitação média anual de 10%, um aumento da temperatura média de 2,2º a 4,5º e uma consequente subida de 140 centímetros até 2080 (25 centímetros até 2020).



**Ilustração 7 - Nova Iorque - Simulação inundação 4ft (1.2m)**

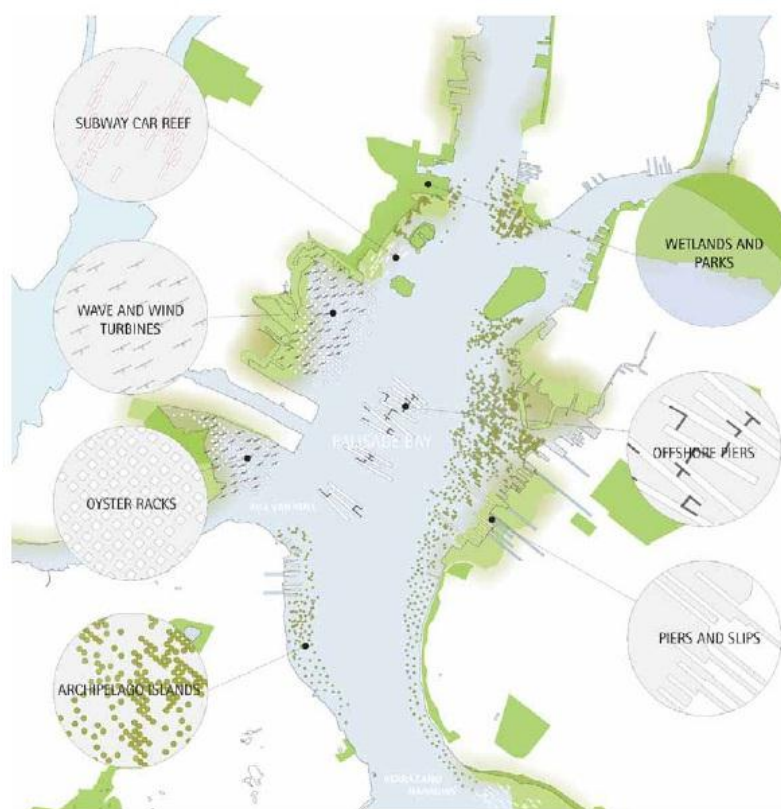
**Ilustração 8 - Nova Iorque - Simulação inundação 10 ft (3m) – Furacão categoria 1**

**Ilustração 9 - Nova Iorque - Simulação inundação 16ft (4.8m) – Furacão categoria 2**

**Ilustração 10 - Nova Iorque - Simulação inundação 24ft (7.3m) – Furacão categoria 3**

Fonte: On the Water : Palisade Bay (Nordensen et al. 2010)

Neste contexto, e adoptando as medidas de mitigação e adaptação às alterações climáticas, destaca-se o projeto “*On the Water: Palissade Bay*” (Nordenson et al., 2010), que vem propor uma diversidade de soluções para resolver esta questão.



**Ilustração 11 - Nova Iorque - Master Plan “Palisade Bay”**

Fonte: On the Water : Palisade Bay (Nordensen et al. 2010)

O projecto situa-se na zona de Palisade Bay, na baía do Rio Hudson, e tem como principal objectivo, através de uma estratégia de adaptação (para Nova Iorque e New Jersey), criar um novo estuário urbano e também novas áreas de recreio, ecologia, agricultura e desenvolvimento urbano. Tenho contado com diversos profissionais das áreas de arquitectura, engenharia e urbanismo, este projecto aposta em 3 elementos estratégicos para a Upper Bay: Zonas húmidas, cais e ilhas.

As “zonas húmidas” seriam aplicadas nas frentes de Brooklyn e New Jersey e teriam diversas funções possíveis. Ou como uma área de filtro da água, ou como um espaço público com plataformas elevadas onde se pudesse usufruir de áreas de lazer ou ainda como uma área de protecção natural à subida do nível da água.

A construção de cais seriam aplicáveis na frente ribeirinha de Lower, Manhattan, Brooklyn, Sunset Park e Staten Island com o intuito de não só criar uma zona de protecção na frente de água, como reduzir a intensidade de acção das ondas. Com uma posição perpendicular à linha de costa ou simplesmente colocados no meio do estuário, estes cais com diferentes tamanhos, poderiam servir simultaneamente para uma possível implementação de habitações ou até espaços recreativos e lazer.

As ilhas, também com a função de quebrar e energia das ondas, é também uma mais-valia para o ecossistema do porto, sendo uma zona propícia para espaços verdes e desenvolvimento de habitats de plantas, peixes e pássaros.

### ROTTERDÃO - HOLANDA

Roterdão, uma cidade Holandesa, situa-se no delta do Reno e Mosa, e é particularmente vulnerável aos problemas na área da gestão do ciclo da água, uma vez que é uma cidade praticamente plana com uma cota altimétrica média de -4 metros, estando então 4 metros abaixo do nível do mar.

Apesar da vulnerabilidade, a situação está controlada uma vez que os projectos existentes têm uma perspectiva de eficiência de 100 anos. Contudo, Roterdão é uma cidade predominantemente ameaçada por quatro lados: A elevação do nível do mar; descargas fluviais; precipitação e águas subterrâneas. Estes são quatro pontos importantes que têm que estar constantemente sobre visão pois receia-se que as alterações climáticas (que têm crescido exponencialmente) possam ser mais fortes do que qualquer projecto ou construção efectuada.

Para enfrentar este desafio das mudanças climáticas como uma oportunidade e não como uma ameaça, a cidade de Roterdão criou o programa “Rotterdam climate proof”. Este programa garante a segurança da cidade até 2025 e defende como foco principal, a melhoria do ambiente e da economia em benefício da população, através da criação de oportunidades para fazer da cidade um local ideal para se viver e trabalhar.





**Ilustração 12 – Roterdão - Master Plan “ WaterStad 2035”**

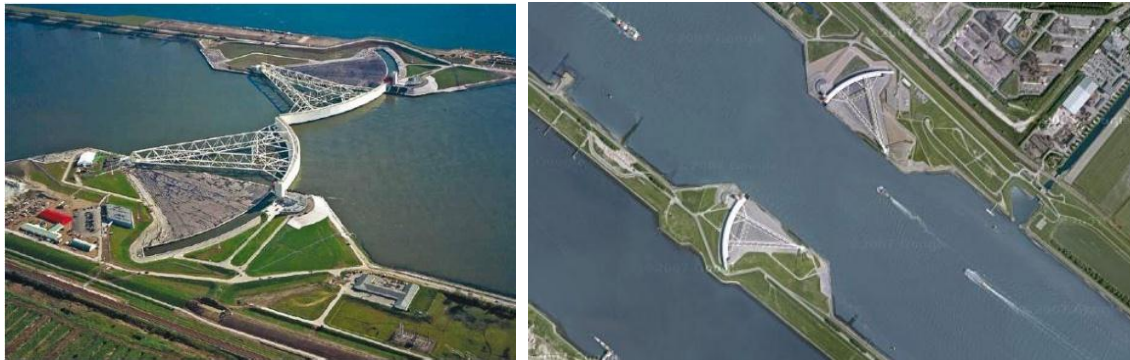
Fonte: Waterplan 2 Rotterdam : Working on Water for an Attractive City (Jacobs et al., 2007)  
[http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/WATERPLAN\\_engels.pdf](http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/WATERPLAN_engels.pdf)

A estratégia de adaptação de Roterdão (RAS) foi elaborado, a fim de preparar a cidade para as consequências das alterações climáticas. RAS prevê uma estratégia coerente e proactiva que a abrange toda a região de Roterdão e que se adapta às novas circunstâncias. Sendo um dos países mais desenvolvidos no que toca à gestão da água e questões hidráulicas, Roterdão apostou em inúmeros projectos e estratégias essenciais de adaptação:

- Gestão das inundações através da construção de diques, barragens, canais, comportas e barreiras tempestades.
- Sistema de água urbana, com o aproveitamento das águas pluviais para criar praças aquáticas, coberturas ajardinadas e locais de armazenamento de águas pluviais.
- Clima urbano, controlado por coberturas ajardinadas que ajudam a descer a temperatura.

- Edifícios adaptados como por exemplo edifícios flutuantes.
- Acessibilidade que passa também a ser feita por meios aquáticos.

O maior investimento ao nível das barreiras físicas foi concentrado na barreira Maeslant, um projecto computadorizado que controla duas gigantescas comportas no canal de Rotterdam. Sempre que o mar se eleva 3m, o computador ordena o fechamento da barreira. As paredes afundam quando chegam ao centro do canal. O sistema foi projectado para impedir uma elevação do nível do mar até 5m.



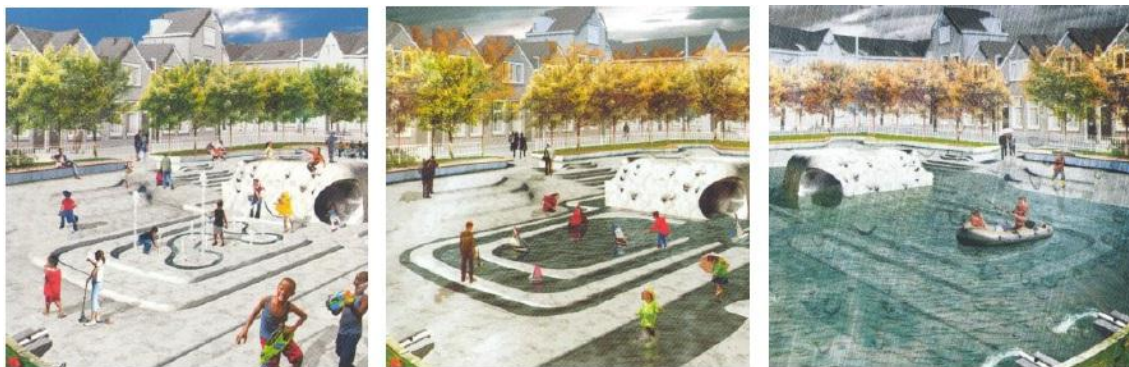
**Ilustração 13 – Barreira Maeslant**

Fonte: [http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/RCP\\_adaptatie\\_eng.pdf](http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/RCP_adaptatie_eng.pdf)

**Ilustração 14 – Barreira Maeslant**

Fonte: [http://www.google.com/imgres?q=barreira+maeslant+rotterdam&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&qbv=2&tbn=isch&tbnid=QxLCsqVC3M\\_5LM:&imgrefurl=http://forum.outerspace.terra.com.br/showthread.php%3Ft%3D161000&docid=0iOysm\\_BcjB8YM&imgurl=http://idealismodebuteco.files.wordpress.com/2008/01/barreira4.jpg&w=500&h=297&ei=ecHVT8v9JcewhAf45ZXPaw&zoom=1&iact=hc&vpx=930&vpy=208&dur=612&hovh=173&hovw=291&tx=135&ty=89&sig=10670387035227253321&page=1&tbnh=94&tbnw=158&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:5,s:0,i:89](http://www.google.com/imgres?q=barreira+maeslant+rotterdam&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&qbv=2&tbn=isch&tbnid=QxLCsqVC3M_5LM:&imgrefurl=http://forum.outerspace.terra.com.br/showthread.php%3Ft%3D161000&docid=0iOysm_BcjB8YM&imgurl=http://idealismodebuteco.files.wordpress.com/2008/01/barreira4.jpg&w=500&h=297&ei=ecHVT8v9JcewhAf45ZXPaw&zoom=1&iact=hc&vpx=930&vpy=208&dur=612&hovh=173&hovw=291&tx=135&ty=89&sig=10670387035227253321&page=1&tbnh=94&tbnw=158&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:5,s:0,i:89)

As praças de água surgiram como uma forma de bacia de retenção com multifuncionalidade. Se por um lado permitiria armazenar as águas pluviais provenientes de chuvas intensas, por outro serviria de diferenciados espaços públicos como praças, campos de jogos e prática de desporto, ou simplesmente espaços verdes, dependendo se estivessem cheios ou vazios.



**Ilustração 15 - Praça de água vazia**

**Ilustração 16 - Praça de água parcialmente inundada**

**Ilustração 17 - Praça de água totalmente inundada**

Fonte: De Urbanisten and the Wondrous Water Square, (Boer et al., 2010)

As coberturas ajardinadas constituem uma medida com influência directa no controlo das águas. Estes sistemas vão fazer com que a água da chuva seja libertada de uma forma mais lenta para o sistema de drenagem urbana, uma vez que uma parte dessas águas será absorvida pelas plantas das coberturas e a outra terá um percurso mais lento passando pelas camadas que as compõem.

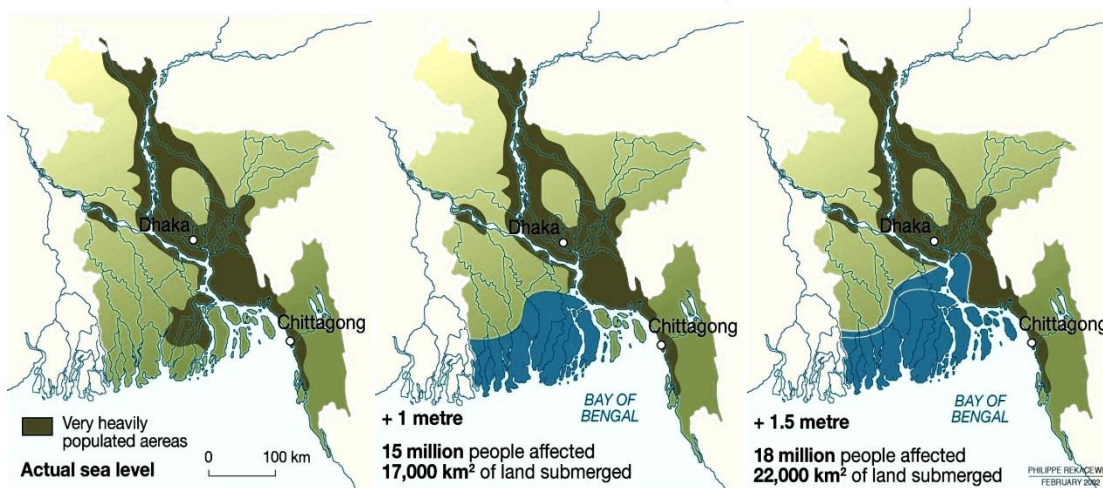
Numa outra escala, mas também como exemplo de uma forma diferente de adaptação à vida com a água, temos o caso do Bangladesh. Aqui não se trata de uma estratégia consertada para fazer face ao problema mas apenas de uma forma de adaptação encontrada pela população, de onde se podem retirar algumas lições.

### ILHAS CHAR – BANGLADESH

Localizado no Sudeste Asiático, o Bangladesh, um dos países mais pobres do mundo, está seriamente ameaçado pelo aumento do nível das águas do mar. Os elevados índices de pobreza expõem os habitantes das cidades e regiões litorais a esse fenómeno, pondo em risco as suas casas, trabalhos (grande maioria, agrícolas) e as próprias vidas.

A subida do nível das águas do mar, em 1 metro, inundará 15% do país. Isto significa que estão em risco 17 milhões de pessoas.





**Ilustração 18 – Impacto da subida do nível da água, no Bangladesh**

**Fonte:** [http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+sea+level+impact&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbn=isch&tbnid=c0531NpcmHlHvM:&imgrefurl=http://www.azimuthproject.org/azimuth/show/Sea%2Blevel%2Brise&docid=TNmky29XQuaM&imgurl=http://math.ucr.edu/home/baez/bangladesh\\_sea\\_level\\_rise\\_impact.jpg&w=763&h=3066&ei=G7vVT9SuLcTAhAeRqe3QAw&zoom=1&iact=hc&vpx=92&vpy=51&dur=217&hovh=400&hovw=99&tx=103&ty=168&sig=106703870352272533321&page=1&tbnh=147&tbnw=37&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:0,s:0,i:69](http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+sea+level+impact&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbn=isch&tbnid=c0531NpcmHlHvM:&imgrefurl=http://www.azimuthproject.org/azimuth/show/Sea%2Blevel%2Brise&docid=TNmky29XQuaM&imgurl=http://math.ucr.edu/home/baez/bangladesh_sea_level_rise_impact.jpg&w=763&h=3066&ei=G7vVT9SuLcTAhAeRqe3QAw&zoom=1&iact=hc&vpx=92&vpy=51&dur=217&hovh=400&hovw=99&tx=103&ty=168&sig=106703870352272533321&page=1&tbnh=147&tbnw=37&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:0,s:0,i:69)

A região mais afectada do país situa-se a sul. São denominadas por Ilhas Char, e formam, juntamente com os vários afluentes do Rio Brahmaputra, o Delta do Ganges, o maior delta do mundo. Nestas ilhas habitam 2,5 milhões de pessoas, das quais 80% vive em pobreza extrema. Com isto, e aliado à falta de projectos do país, a capacidade de enfrentar a situação da subida do nível das águas do mar é muito reduzida, o que faz com que as pessoas “ludem” pela sobrevivência com os seus próprios meios.

A grande maioria dos habitantes das ilhas localiza-se em aglomerados junto ao mar ou afluentes do Rio Brahmaputra. São exemplos as cidades maiores como Barisol, Patuakhali e Nalchhiti. Isto leva a uma preocupação maior perante esta população, dada a proximidade das suas casas às águas do rio e mar, bem como dos campos de produção agrícola, a actividade mais praticada nesta área.

A pobreza do Bangladesh limita a realização de projectos de maior envergadura, deixando os habitantes das ilhas Char em situações perigosas perante os problemas de inundações, chuvas e a subida do nível da água do mar.

Para se defenderem destas constantes ocorrências, a população desenvolveu métodos que actualmente utiliza para a sua sobrevivência.

#### Indigência humana nas ilhas char

2005	Ilhas Char	Média do Bangladesh
Pobreza extrema (%)	80	23
Taxa de literacia (homens, a partir dos 10 anos, %)	29	57
Taxa de literacia (mulheres, a partir dos 10 anos, %)	21	46
Percentagem de famílias com carências alimentares (%)		
1 mês ou mais	95	..
2 meses ou mais	84	..
3 meses ou mais	24	..
4 meses ou mais	9	..

Source: Dasgupta et al. 2005.

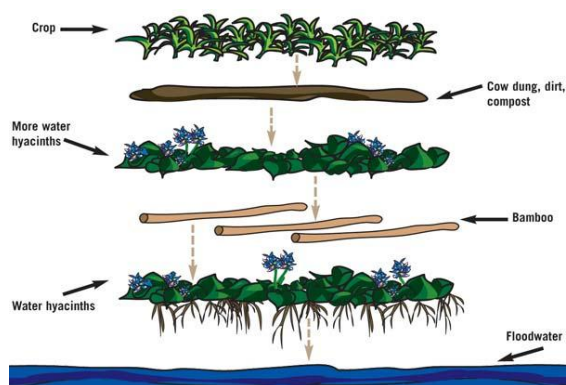
#### Ilustração 19 – Indigência humana nas ilhas char

Fonte:

[http://hdr.undp.org/en/media/HDR\\_20072008\\_PT\\_char4.pdf](http://hdr.undp.org/en/media/HDR_20072008_PT_char4.pdf)

Com estes constantes problemas nesta área costeira, torna-se difícil proteger um campo agrícola das águas que quando é destruído, a única solução é refaze-lo. Como é, para muitas pessoas, a única forma de sustento que têm, torna-se algo imprescindível e, por isso, desenvolveram os “jardins flutuantes”, construídos pela população sobre plataformas de bambu (conhecidas como machan), a base para a elaboração dos referidos jardins. As jangadas de bambu são assentes em plantas de água e, sobre eles, são cultivados diversos produtos. Esta medida faz com que estes “campos de cultivo” não sejam afectados com as enchentes ou subidas de marés.

Outra das medidas, para a população que pretende manter os seus terrenos agrícolas, passa pela construção de represas e diques em torno dos mesmos.



#### Ilustração 20 – Composição de jardins flutuantes

[http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+floating+gardens&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbm=isch&tbnid=Mbb8EzzhRzy3eM:&imgrefurl=http://practicalaction.org/climatechange\\_floatinggardens&docid=bxtRQrVkr4zNsM&imgurl=http://practicalaction.org/images/floatinggarden-diagram-600.jpg&w=600&h=410&ei=bbfVT9jcOamh0QXohvGABA&zoom=1](http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+floating+gardens&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbm=isch&tbnid=Mbb8EzzhRzy3eM:&imgrefurl=http://practicalaction.org/climatechange_floatinggardens&docid=bxtRQrVkr4zNsM&imgurl=http://practicalaction.org/images/floatinggarden-diagram-600.jpg&w=600&h=410&ei=bbfVT9jcOamh0QXohvGABA&zoom=1)

#### Ilustração 21 – Jardins flutuantes

[http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+floating+gardens&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbn=isch&tbnid=ca8Cm0J-KLAY-M:&imgrefurl=http://www.icimod.org/photocontest/2010/nazmul/20100504\\_035131.jpg.php&docid=Yq-zZ8R7RTZRhM&imgurl=http://www.icimod.org/photocontest/2010/cache/nazmul/20100504\\_035131.jpg\\_460.jpg&w=460&h=306&ei=bbfVT9jcOamh0QXohvGABA&zoom=1](http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+floating+gardens&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbn=isch&tbnid=ca8Cm0J-KLAY-M:&imgrefurl=http://www.icimod.org/photocontest/2010/nazmul/20100504_035131.jpg.php&docid=Yq-zZ8R7RTZRhM&imgurl=http://www.icimod.org/photocontest/2010/cache/nazmul/20100504_035131.jpg_460.jpg&w=460&h=306&ei=bbfVT9jcOamh0QXohvGABA&zoom=1)

Relativamente à exposição das habitações à subida da água, a maioria das pessoas, que mora no litoral das ilhas, reconstrói as suas casas sempre que são destruídas, sendo esta a maior preocupação e prioridade do Governo e comunidades locais do Bangladesh.

O Governo do Bangladesh pretende elevar em 0,5 a 1 metro cerca de 800km de estrada, de modo a criar barreiras para a água. Esta medida não conseguirá proteger a totalidade das habitações existentes na ilha, uma vez que muitas delas se situam junto à água, o que faz com que algumas pessoas tenham de construir uma nova casa, albergada por essa barreira, ou então utilizando a medida de elevação das casas, que consiste na elevação destas sobre pilares, garantido assim uma posição acima do nível do mar.



**Ilustração 22 – Elevação das casas sobre palafitas**

*Fonte:* [http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+houses+on+stilts&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbn=isch&tbnid=WF6hU3mzydRlaM:&imgrefurl=http://www.newsecuritybeat.org/2011/09/from-wilson-center-perfect-storm.html&docid=kxWiWqPak4wQM&imgurl=http://3.bp.blogspot.com/-171ZicFZZig/Tnj3h1\\_mpgI/AAAAAAAAABtw/IVQT66mdh7o/s1600/bangladesh\\_stilts.jpg&w=590&h=393&ei=O73VT4C5A-qR0AXq0eW6BA&zoom=1&iact=hc&vpx=721&vpy=152&dur=1509&hovh=183&hovw=275&tx=138&ty=110&sig=106703870352272533321&page=1&tbnh=134&tbnw=190&start=0&ndsp=15&ved=1t:429,r:8,s:0,i:94](http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+houses+on+stilts&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbn=isch&tbnid=WF6hU3mzydRlaM:&imgrefurl=http://www.newsecuritybeat.org/2011/09/from-wilson-center-perfect-storm.html&docid=kxWiWqPak4wQM&imgurl=http://3.bp.blogspot.com/-171ZicFZZig/Tnj3h1_mpgI/AAAAAAAAABtw/IVQT66mdh7o/s1600/bangladesh_stilts.jpg&w=590&h=393&ei=O73VT4C5A-qR0AXq0eW6BA&zoom=1&iact=hc&vpx=721&vpy=152&dur=1509&hovh=183&hovw=275&tx=138&ty=110&sig=106703870352272533321&page=1&tbnh=134&tbnw=190&start=0&ndsp=15&ved=1t:429,r:8,s:0,i:94)

**Ilustração 23 – Elevação das casas sobre palafitas**

*Fonte:* [http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+houses+on+stilts&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbn=isch&tbnid=3gEUjbPioQIZaM:&imgrefurl=http://www.wanderlust.co.uk/mywanderlust/members/tarkaman/photos/chile\\_16599/30235&docid=MmmGlu7Wa5QwvM&imgurl=http://cdn.wanderlust.co.uk/contentimages/userimages/Tarkaman/Castro%252520water%252520front%252520houses%252520on%252520stilts.jpg%253Fmaxwidth%253D900&w=564&h=327&ei=O73VT4C5A](http://www.google.com/imgres?q=bangladesh+houses+on+stilts&um=1&hl=pt-PT&biw=1264&bih=637&tbn=isch&tbnid=3gEUjbPioQIZaM:&imgrefurl=http://www.wanderlust.co.uk/mywanderlust/members/tarkaman/photos/chile_16599/30235&docid=MmmGlu7Wa5QwvM&imgurl=http://cdn.wanderlust.co.uk/contentimages/userimages/Tarkaman/Castro%252520water%252520front%252520houses%252520on%252520stilts.jpg%253Fmaxwidth%253D900&w=564&h=327&ei=O73VT4C5A)

1

[gR0AXg0eW6BA&zoom=1&iact=hc&vpx=914&vpy=159&dur=1449&hovh=171&hovw=295&tx=145&ty=128&sig=106703870352272533321&page=1&tbnh=111&tbnw=191&start=0&ndsp=15&ved=1t:429,r:4,s:0,i:81](https://www.researchgate.net/publication/352272533/figure/fig/1/figure-fig1/111-tbnw-191&start=0&ndsp=15&ved=1t:429,r:4,s:0,i:81)

Os casos acima explorados vêm contribuir para uma visão abrangente de soluções projectuais que têm por base uma ou mesmo a combinação das três estratégias de adaptação internacionalmente validadas. Cidades onde estão presentes as estratégias de “Defesa, Ataque e Recuo” como é o caso de Roterdão e cidades em que apenas é aplicada a estratégia de Ataque (forma de adaptação), como é o caso do Bangladesh.

## 2. PROPOSTA

### CAPÍTULO I: Área de intervenção – Frente ribeirinha de Alhandra

Alhandra, uma vila ribeirinha de carácter urbano-Industrial está localizada a norte do estuário do Tejo, na sua margem direita, e está inserida no concelho de Vila Franca de Xira, um dos 16 concelhos que integram o distrito de Lisboa. Devido à sua proximidade, o troço entre a Póvoa de Santa Iria e Vila Franca de Xira, que reúne 6 freguesias com caracteres muito distintos, apresenta uma grande dependência da capital.



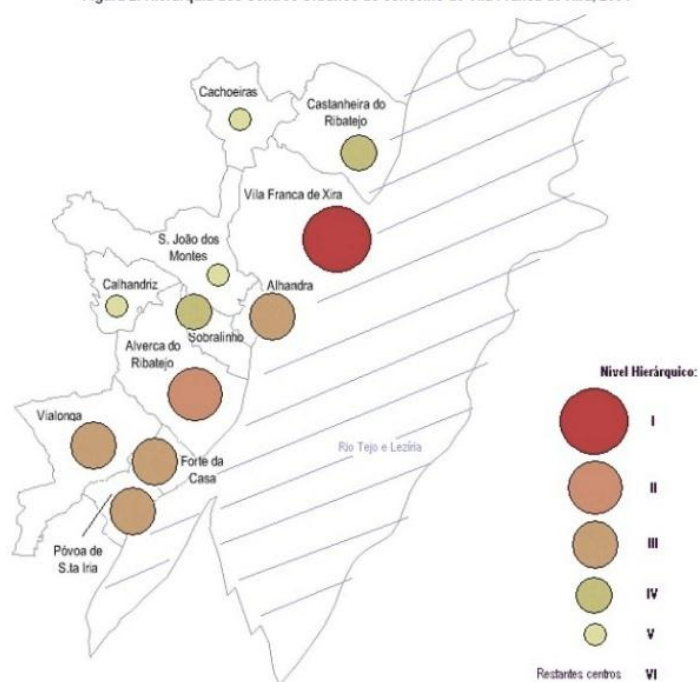
**Ilustração 24 – Localização de Alhandra no estuário do Tejo**

*Fonte:* Desenho da autora sobre base cartográfica (carta militar de Portugal, Alhandra, nº404, 1966)



Com um modo de vida mais próprio e autónomo destaca-se a cidade sede de conselho, Vila Franca de Xira com cerca de 18.000 habitantes e a cidade de Alverca do Ribatejo, a freguesia com o maior número populacional do concelho, cerca de 30.000 habitantes e com cerca de 18km<sup>2</sup> de área, constituindo um grande ponto de passagem a nível ferroviário e automóvel. Com uma grande história ligada à aviação, Alverca albergou até 1940 o primeiro aeroporto internacional português até à inauguração do aeroporto da portela.

Figura 2: Hierarquia dos Centros Urbanos do concelho de Vila Franca de Xira, 2004



#### Ilustração 25 – Hierarquia dos centros urbanos do concelho de Vila Franca de Xira

Fonte: <http://www.cm-yfxira.pt/files/3/documentos/20091126141836700423.pdf>

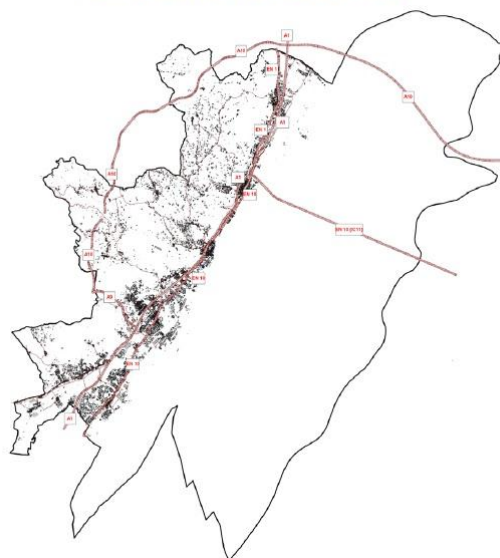
Com um carácter mais dependente e uma identidade de “cidade dormitório” distingue-se a Póvoa de Santa Iria, Forte da Casa, Sobralinho, Alhandra e Castanheira do Ribatejo, freguesias estas que apesar de no passado terem constituído aglomerados urbanos com história e vida própria, hoje são vistas como áreas de expansão da capital, que são valorizadas pela forte acessibilidade tanto rodoviária como ferroviária.

Figura 3: Serviço ferroviário suburbano da linha da Azambuja



Fonte: Estudo de Acessibilidades do Concelho de Vila Franca de Xira – Diagnóstico

Figura 5 - Identificação das principais rodovias do município de Vila Franca de Xira



## Ilustração 26 – Serviço ferroviário suburbano da linha da Azambuja

Fonte: PDM Vila Franca de Xira

<http://www.cm-vfxira.pt/files/3/documentos/20091126141852747976.pdf>

## Ilustração 27 – Identificação das principais rodovias do município de Vila Franca de Xira

Fonte: PDM Vila Franca de Xira

<http://www.cm-vfxira.pt/files/3/documentos/20091127142718387903.pdf>

Caracterizada por ter pouca população, com cerca de 7200 habitantes e 2,6km<sup>2</sup>, Alhandra tem também o maior índice de envelhecimento do concelho, típico de aglomerados antigos. Até à década de 80, Alhandra, que tem como limites, a poente a linha ferroviária e a N10, a nascente pelo Rio Tejo, a Norte pela fábrica do cimianto, e a Sul pela fábrica da Cimpor, era juntamente com Vila Franca de Xira e Alverca um dos principais aglomerados urbanos.



## Ilustração 28 – Perspectiva do “logradouro” do equipamento

Fonte: Desenho da autora sobre base cartográfica (carta militar de Portugal, Alhandra, nº404, 1966)

Conhecida como uma Vila de pescadores e camponeses, os seus habitantes viviam da pesca, do fabrico de telha e tijolo e da agricultura nos mouchões e lezírias, que pertencendo ao vale do Tejo constitui a maior e principal área agrícola da Área Metropolitana de Lisboa. O seu alagamento natural traduz-se numa maior produtividade, sendo assim um importante valor natural e paisagístico que faz parte da zona de protecção especial da avifauna do Tejo.

A rota fluvial, que posteriormente foi substituída por aquela que foi a primeira linha ferroviária em Portugal em 1856, que fazia a ligação entre Lisboa e o Carregado, tinha então um papel fundamental no transporte de pessoas e diversas mercadorias, entre a capital e Vila Franca de Xira e entre as duas margens do rio Tejo. Anos mais tarde, por volta de 1890, é em Alhandra que se inicia o processo de industrialização do concelho, onde se instalaram importantes fábricas de lã e linho, património este que persiste embora inactivo.

Neste contexto, as primeiras residências surgem em função da indústria, onde os seus moradores eram operários, explicando deste modo a localização das habitações junto destas fábricas, mais concretamente da Fábrica de cimento – CIMPOR, podendo concluir então, que o crescimento da Vila de Alhandra se desenvolveu no sentido Norte. Se em 1666 Alhandra tinha 600 fogos, em 1855 passou a ter 910 fogos que densificaram o tecido existente. Actualmente, a expansão de Alhandra, pelas suas características topográficas e morfológicas dá-se no sentido do interior, depois da linha ferroviária, uma vez que a zona ribeirinha de Alhandra já se encontra muito densa e, portanto sem hipótese para expansão. Com um total de 1088, em 2011, os edifícios existentes em Alhandra têm maioritariamente de 1 a 3 pisos, sendo que os edifícios de 4 ou mais pisos perfazem apenas 25% do total edificado.

Freguesias	Edifícios	Antes 1919	1919 a 1945	1946 a 1960	1961 a 1970	1971 a 1980	1981 a 1990	1991 a 2001
Alhandra	1088	11,3	34,5	17,8	11,4	7,6	4,0	13,4
Alverca do Ribatejo	2888	3,5	4,3	13,9	16,1	23,3	21,5	17,3
Cachoeiras	297	7,4	8,8	6,1	25,3	18,5	16,5	17,5
Calhandriz	374	4,3	10,2	12,0	9,9	20,1	19,3	24,3
Castanheira do Ribatejo	974	8,5	5,4	18,2	19,7	19,9	13,7	14,6
Póvoa de Santa Iria	1355	8,9	8,6	8,1	12,9	14,9	19,0	27,5
São João dos Montes	1482	6,1	8,7	8,0	9,4	24,1	24,3	19,4
Vialonga	2134	2,9	6,3	12,0	11,7	25,5	26,7	14,9
Vila Franca de Xira	2715	13,4	22,0	15,2	14,7	14,2	12,1	8,3
Sobralinho	811	0,2	11,6	14,9	39,2	13,1	12,7	8,3
Forte da Casa	598	0,0	0,0	0,7	9,5	53,7	17,2	18,9
Conc. Vila Franca de Xira	14716	6,7	11,5	12,6	15,2	20,4	18,0	15,7

Fonte: INE - Portugal, XIV Recenseamento Geral da População e IV da Habitação, 2001

**Ilustração 29 – Edifícios segundo a época de construção, no concelho da Vila Franca de Xira, por freguesia (em %).**



Fonte: PDM Vila Franca de Xira

<http://www.cm-vfxira.pt/files/3/documentos/20091126143723778172.pdf>

Com um logradouro agregado, característico da época, primeira metade do séc. XX, a maioria dos edifícios de Alhandra desenharam uma malha regular e organizada, com ruas estreitas que vão alargando à medida que nos aproximamos da zona ribeirinha.



**Ilustração 30 – Esquema da malha urbana de Alhandra**

Fonte: Desenho da autora

Identificam-se como usos dominantes, a habitação e a indústria que ocupam mais de  $\frac{3}{4}$ , ou seja 75 % do território de Alhandra. O solo rural (espaços florestais, de policultura e silvo-pastorícia) constitui os restantes 25% da freguesia, imprescindíveis para a sobrevivência da população. Consta-se então uma grande falta de estabelecimentos comerciais e serviços de apoio à população residente.

**Quadro 1: Distribuição das classes e categorias de espaço na freguesia de Alhandra – PDM em vigor**

Uso do Solo	Área (ha)	%
<b>SOLO RURAL</b>		<b>25</b>
Espaços de Policultura	0,08	-
Espaços de Silvo-Pastorícia	20,6	12
Espaços Florestais	22,6	13
<b>SOLO URBANO</b>		<b>75</b>
Espaços Canal	19,9	11
Espaço Urbano	80,6	46
Espaço Urbanizável	-	-
Indústria Existente	32,7	18
Nova Indústria	-	-

Fonte: Plano Estratégico de Ambiente do Concelho de VFXira/Diagnóstico Ambiental/Diagnóstico Técnico, Abril 2000. ERM Portugal - Consultores em Engenharia do Ambiente

**Ilustração 31– Distribuição das classes e categorias de espaço na freguesia de Alhandra**

Fonte: PDM Vila Franca de Xira

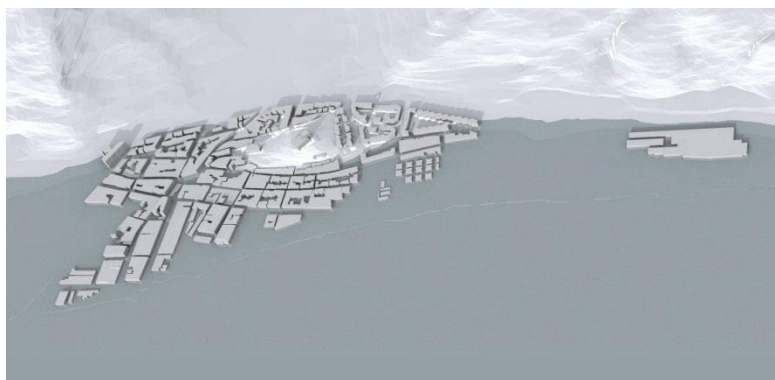
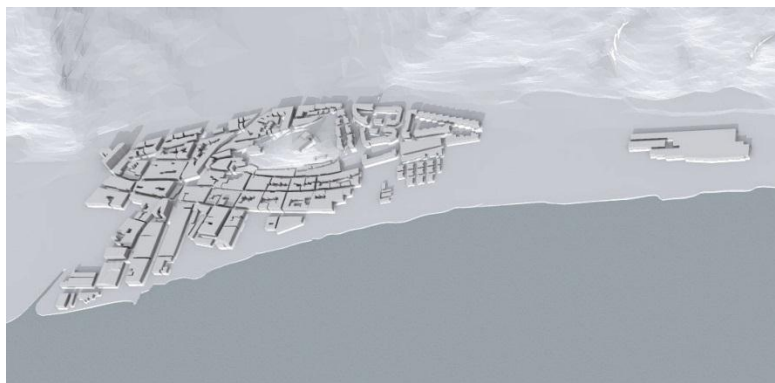
<http://www.cm-vfxira.pt/files/3/documentos/20091126141836700423.pdf>

Apesar da forte ligação que a Vila de Alhandra tem com o rio, algumas actividades como a pesca, que como já foi referido, no passado constituiu uma das principais fontes de sobrevivência, têm vindo a desaparecer. Com poucas actividades e usos dinamizadores, torna-se essencial a reactivação desta e outras actividades ribeirinhas como forma de explorar uma potencial zona de lazer caracterizada por espaços amplos arborizados e passeio onde se pode usufruir da margem do rio Tejo. Com um carácter mais lúdico, destaca-se o passeio pedonal entre Alhandra e Vila Franca de Xira, um percurso com cerca de 2km que dispõe de uma ciclovia e espaços de estar e lazer, situado mesmo na zona ribeirinha, que garante uma vista única sobre o rio Tejo.

No contexto do tema em questão, parte do concelho de Vila Franca de Xira, nomeadamente Alhandra, será afectado pelos efeitos provenientes das alterações climáticas, em concreto pela subida do nível do mar. Alhandra tem sido normalmente afectada pelas cheias e inundações decorrentes dos momentos de maré alta em conjunto com condições meteorológicas extremas como a precipitação e a ondulação, fenómeno este que se faz sentir nesta zona do País durante o Inverno. Não estando preparada para tal, e visto o nível da água já ter chegado a atingir 70cm de altura, a Vila de Alhandra é sem dúvida alvo de muitos impactos negativos não só ao nível da agricultura e comércio, assim como de estragos ao nível do edificado.

Assumindo um cenário de incremento do nível da água do Tejo atingindo o “tipping point” da cota 4,00m, podemos constatar que grande parte de Alhandra, mais concretamente toda a frente ribeirinha e toda a área urbana mais antiga, que está compreendida entre o rio Tejo e a linha ferroviária, será notoriamente afectada. Do conjunto urbano referido, salvaguarda-se apenas, devido aos altos níveis altimétricos, o característico Alto do Castelo atual miradouro de Alhandra, onde está situada a Igreja Matriz da Vila, a primeira igreja construída na Vila que data de 1749.

Após esta análise da Vila de Alhandra e respectiva envolvente, foi possível constatar que apesar da sua história, importância e actividades predominantes no passado, hoje existe uma falta de centros geradores de movimento e economia, polos atractivos e actividades que fixem os seus residentes. É neste ponto em conjunto com o tema central do trabalho - a subida do nível do mar e o seu impacto na vila de Alhandra, que se centra o projecto urbano e equipamento propostos no próximo capítulo.



**Ilustração 32 – Nível do mar para actual em Alhandra**

Fonte: Fa-utl, Grupo de Vila Franca de Xira, 5ºano, turma aput, ano 2011/2012

**Ilustração 33 – Simulação da subida do nível do mar em Alhandra, para 2100 no cenário do “tipping point” da cota 5,00m.**

Fonte: Fa-utl, Grupo de Vila Franca de Xira, 5ºano, turma aput, ano 2011/12

## **CAPÍTULO II: Projecto teórico e prático – Frente ribeirinha de Alhandra**

### **I. Projecto urbano**

O projecto realizado, consistiu no desenvolvimento de uma proposta para a frente ribeirinha de um aglomerado urbano do estuário do Tejo, face a cenários de alterações climáticas e consequente subida do nível das águas num horizonte temporal alargado.

Com uma visão de desafio e dado o grande impacto que se verifica com a subida do nível das águas, a área escolhida para intervir, foi a Vila de Alhandra, situada a norte do estuário do Tejo e localizada entre a cidade de Vila Franca de Xira e Alverca.

Em termos quantitativos, a subida do nível das águas do Tejo não será progressiva e equilibrada; pelo contrário, tende a aumentar exponencialmente com o passar do tempo, tornando ainda mais urgente qualquer intervenção.

Assim, para o desenvolvimento da frente ribeirinha de Alhandra, assume-se num horizonte de 90 anos, duas referências de limites topográficos. O limite de 4,00m e o limite de 5,00m. O “tipping point” de 4,00m pode corresponder a uma subida do nível das águas de 2,00m, com maré alta, em condições meteorológicas ditas normais; pode igualmente ser atingido com uma subida do nível do mar de valor inferior (1,40m ou mesmo 1,20m), em situações climatológicas adversas ou excecionais. Já o “tipping point” de 5,00m poderá ser atingido num cenário indentico de subida do nível médio do mar de 2,00m, com maré alta, mas com condições meteorológicas extremas.

Face a este problema, também serão visíveis os impactos deste cenário de subida do nível medio do mar em Alhandra, uma vez que grande parte desta será afectada ao nível das acessibilidades, espaços urbanos e respectivos usos. Numa tentativa de controlar o problema em questão, foram propostos modelos urbanos alternativos que visam acolher estas alterações, nomeadamente ao nível da preservação da Vila, através da adaptação e reconversão dos sistemas do edificado e de mobilidade e acessibilidade de todo o conjunto urbano.

Projectando com uma visão mais global, foi pertinente intervir na linha ferroviária uma vez que na freguesia vizinha, Vila Franca de Xira, esta estrutura se

aproxima da sua zona ribeirinha, quebrando qualquer contacto que esta pudesse ter com o rio.



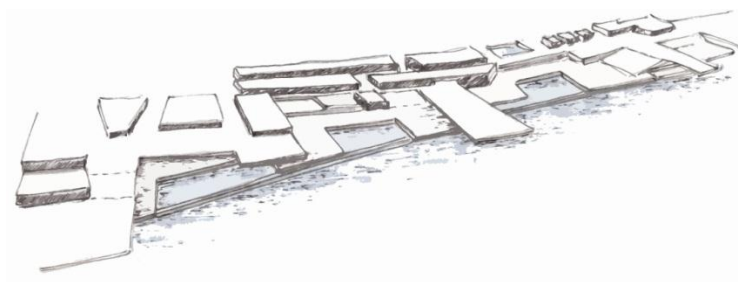
#### **Ilustração 34 – Linha ferroviária em Alhandra e Vila Franca de Xira**

**Fonte:** Desenho da autora sobre base cartográfica (carta militar de Portugal, Alhandra, nº404, 1966; carta militar de Portugal, Vila Franca de Xira, nº390, 2009).

Depois do estudo e exploração das três estratégias de adaptação internacionalmente validadas, e após uma análise detalhada ao local de intervenção, foi pertinente propor e desenvolver uma quarta estratégia de adaptação para fazer frente às consequências das alterações climáticas, mais concretamente a subida do nível médio das águas do mar. Esta nova estratégia – Acolher - visa receber o rio na cidade, adaptando a vivência do dia-a-dia a este fenómeno. A interacção da população e a ligação das actividades urbanas com o rio é um propósito assegurado em toda a Vila. Nesta estratégia não há a necessidade de “recuar”, “defender” ou “atacar” mas simplesmente Acolher de uma forma natural.

Esta estratégia poderia ser também internacionalmente aceite, uma vez que se trata de uma outra visão e uma outra maneira de interpretar e lidar com o problema da subida do nível médio das águas do mar.

Com uma estratégia essencialmente de Acolher e pontualmente a estratégia de Atacar, e fazendo da entrada de água, uma oportunidade, a proposta baseia-se numa forma de adaptação onde se foca como principal objectivo a relação Cidade - Rio e se garante a preservação do existente, nomeadamente ao nível do edificado.



### **Ilustração 35 – Perspectiva geral do projecto urbano**

Fonte: Desenho da autora

A vila de Alhandra fica então dividida em cerca de 50% em área “seca” e 50% em área “húmida” denominação esta dada por em alturas do dia ter água e outras não, consoante a oscilação das marés. A áreas “secas” são áreas protegidas a uma cota segura e que se relaciona com as áreas “húmidas” através de canais e plataformas. Assim, foram preconizadas diversas soluções em função das realidades construídas actuais onde se destacam como principais medidas: ruas sempre secas onde a água não chega; ruas sempre húmidas; ruas onde há variação conforme as a marés; plataformas flutuantes; plataformas fixas; acessibilidade e a adaptação dos edifícios – espaços urbanos e estacionamento decorrente desta adaptação.

Relativamente às ruas, as mais estreitas serão sempre canais, umas vez que propositadamente terão sempre água, fenómeno este conseguido pela localização de comportas de controlo nas extremidades destas. A inexistência de água nestas ruas em determinadas alturas do dia, levaria a um desconforto e uma sensação de aperto ao longo destas estruturas urbanas.



### **Ilustração 36 – Rua “canal”, maré baixa e maré alta**

Fonte: Desenho da autora

As ruas mais largas, pela sua dimensão, permitem um percurso fácil e confortável, havendo assim a possibilidade de acompanhar a evolução natural das marés, com períodos do dia em que estas ruas têm água e outros períodos do dia em que se encontram secas.



**Ilustração 37 – Rua “húmida”, maré baixa**

Fonte: Desenho da autora



**Ilustração 38 – Rua “húmida”, mare alta**

Fonte: Desenho da autora

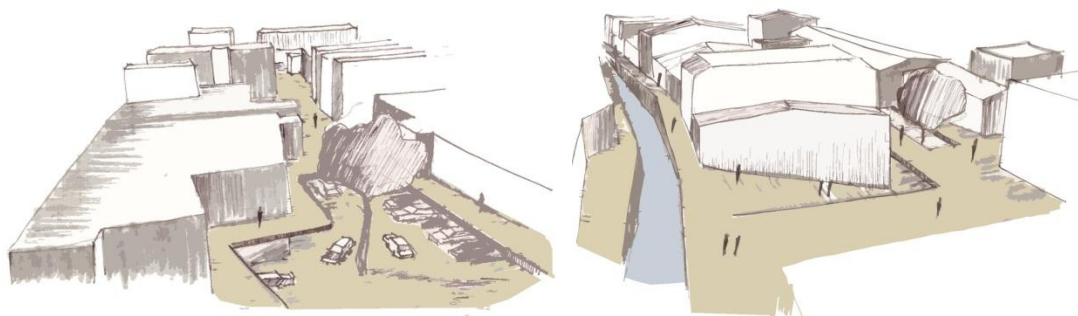
As plataformas fixas referidas anteriormente partem do centro da vila como aterros laterais das ruas - passeios e avançam até à zona ribeirinha da cidade, sendo alternadas com plataformas flutuantes, criando uma diversidade e uma dinâmica de espaços que variam consoante a função atribuída e a dinâmica das marés. Haverá espaços que terão uma determinada função aquando de maré baixa, e que terão uma outra função quando os mesmos se encherem de água, aquando da maré alta.

A acessibilidade é outro elemento que se irá reconverter e que terá uma particularidade uma vez que se fará por plataformas fixas a uma cota segura, 6.0, o que permitirá a acessibilidade às habitações pelo actual 2º piso. A existência destas plataformas permite a circulação por todas as ruas/canais as quais têm especificidades próprias consoante o seu dimensionamento, e a ligação destas aos logradouros dos quarteirões, que fazem parte também do espaço público projectado contando com aberturas e acessos para o piso térreo.

A adaptação dos edifícios é conseguida através da reconversão do piso térreo, actual habitação, em espaços como o estacionamento, o qual não necessita de estar



exposto a luz solar. Apesar de ter uma função muito versátil, este estacionamento terá naturalmente cuidados ao nível da protecção e isolamento, uma vez que em parte do dia estará cercado de água. Para um seguro acesso a este estacionamento, as entradas são localizadas a uma cota segura, longe da zona ribeirinha de Alhandra.

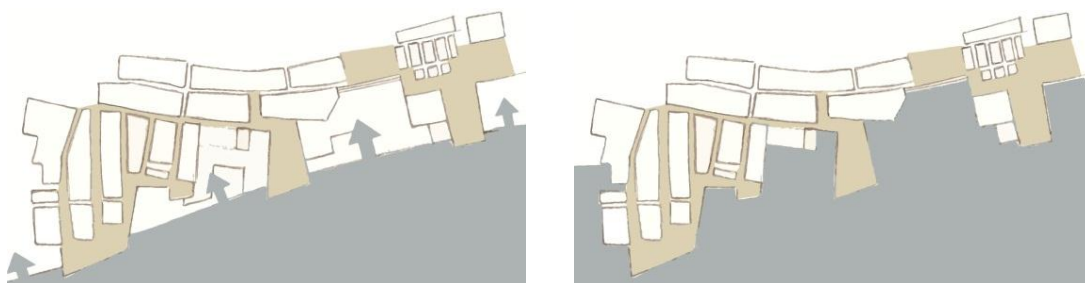


**Ilustração 39 – Logradouro/acesso ao exterior**

Fonte: Desenho da autora

Com o objectivo de fixar os habitantes à Vila e ao mesmo tempo atrair população e promover o turismo foram criadas zonas com caracteres diferentes. A zona habitacional, já existente foi mantida, não tendo sido criadas novas construções para este fim. A nova área ribeirinha da Vila, uma zona dedicada ao lazer, abrange três partes distintas. Uma área junto à fábrica da Cimpor onde foi dedicada à marina e espaços de restauração; uma área mais central com espaços destinados à cultura, comércio e eventos e uma terceira zona dedicada à prática de desporto onde são utilizadas plataformas flutuantes de apoio a estas actividades.

Com o grande objectivo de acolher o rio na cidade, a proposta contará com espaços e caminhos pedonais fluídos desde a área “seca” da vila, até à zona ribeirinha deste aglomerado urbano.



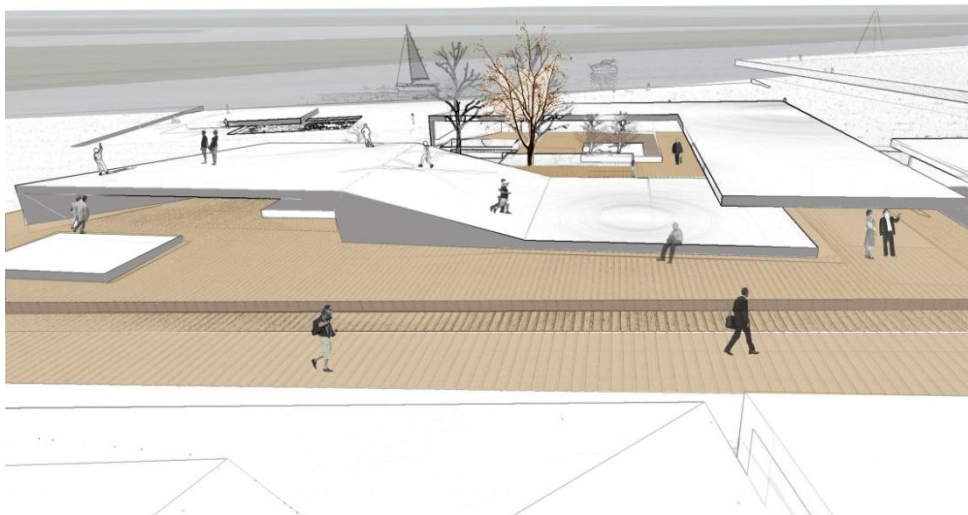
**Ilustração 40 – Esquema síntese da estratégia**

Fonte: Desenho da autora



## II. Projecto arquitectónico como parte da solução urbana - equipamento

Como parte integrante do projecto urbano de Alhandra, foi desenvolvido um edifício de carácter público destinado a acolher actividades culturais e recreativas relacionadas com a água e tirando partido da presença desta, localizado junto à praça principal, na frente ribeirinha da vila.



**Ilustração 41 – Perspectiva da parte nova do equipamento – centro cultural de Alhandra**

Fonte: Desenho da autora

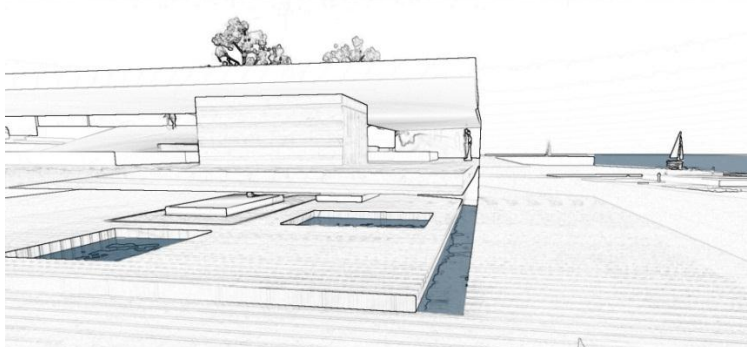
Este equipamento está inserido num quarteirão com edifícios já existentes que, reabilitados, fazem parte integrante de todo o conjunto da proposta. Para esta parte antiga, existente, foi proposta restauração, comércio e ateliers de escultura/pintura no primeiro piso, e uma sala de espetáculos, teatro e concertos no piso térreo. Esta sala tem a particularidade de ter uma grande parede em vidro, através da qual é possível acompanhar a variação da maré.

Esta estrutura cultural é complementada pela construção de uma área nova ligada às construções existentes por um sistema de rampas móveis. Segue a cêrcea média dos edifícios envolventes e está sobre uma estrutura flutuante que acompanha o nível da água e por isso permite usufruir de diferentes pontos de vista sobre o rio e a cidade ao longo do dia. Esta parte nova é essencialmente constituída por um espaço multifuncional que tem a possibilidade de ser fechado ou aberto assim como a de ser um openspace ou espaço compartilhado, através da separação ou junção de painéis

amovíveis, conforme o uso dominante. Estas paredes móveis podem ser de vidro, opacas ou perfuradas consoante o uso e as condições meteorológicas do momento.

Como possíveis usos destacam-se: centro de exposições, palestras, teatro e concertos, espaço público e miradouro. O piso inferior é uma área destinada à restauração com espaços de descanso e ainda espaços de leitura. Neste piso há também a possibilidade de haver exposições e música ao vivo.

Sendo a água o tema principal do trabalho, foi pertinente utilizar este elemento natural em pormenores arquitectónicos. Através de aberturas no pavimento do piso inferior da parte nova do equipamento (plataforma flutuante) é criada uma divisória de espaços com caracteres diferentes, permitindo a visualização mas não a passagem.



**Ilustração 42 – Perspectiva do equipamento – pormenor divisória de água**

Fonte: Desenho da autora

Seguindo a lógica do projecto urbano, este equipamento forma uma ideia de logradouro no centro, com aberturas e visibilidade para o andar inferior.

Este projecto funciona também como um símbolo desta nova relação com a água que se propõe em Alhandra, acolhendo-a e tirando partido desta, integrando assim o equipamento à estratégia adoptada – Acolher a água.



**Ilustração 43 – Perspectiva do “logradouro” do equipamento**

Fonte: Desenho da autora

## CONCLUSÃO

Vista como um bem essencial, a água, desde sempre foi um elemento determinante no crescimento e sobrevivência das cidades e respectivas populações. Com o aquecimento global e consequente degelo dos glaciares, é previsto um aumento do nível do mar que diferentes autores têm estimado entre 1,00m e 2,00m até ao ano de 2100, tornando-se assim numa ameaça para todo o território mundial, principalmente para territórios costeiros. É então fundamental uma intervenção planeada e eficiente, obrigando o princípio da precaução a tomar como referência o cenário mais gravoso.

Neste contexto, pretende-se com este trabalho, estudar e explorar soluções que resolvam e minimizem os impactos deste fenómeno. Como área de intervenção, foi escolhida a vila de Alhandra, uma das áreas do estuário do Tejo que mais será afectada por esta grande inundação.

Depois de estudadas as estratégias de “defesa”, “ataque” e “recuo” desenvolvidas em Portsmouth e Kingston-upon-hull, foi proposta para Alhandra essencialmente a estratégia de *Acolher* e pontualmente também de Ataque, que, fazendo da entrada da água uma oportunidade, se baseia numa forma de adaptação onde se foca como principal objectivo o contacto e vivência com o rio e em simultâneo, a preservação do existente, nomeadamente ao nível do edificado. A criação de ruas “húmidas”, ruas “secas”, ruas onde há variação, reconversão do edificado, espaços públicos e plataformas flutuantes em conjunto com as plataformas sobre palafitas foram as melhores soluções encontradas para responder a este desafio.

Numa tentativa de promover o turismo náutico e reativar a relação cidade - Rio, fortemente presente no século XIX, foi proposta uma requalificação da frente ribeirinha, apostando em mais espaços públicos e recolocando actividades e funções ligadas à água como a pesca e desportos náuticos, actividades impulsionadoras do crescimento económico da Vila.

Este documento foi escrito ao abrigo do antigo Acordo Ortográfico

Este documento contém 11.585 palavras

## BIBLIOGRAFIA E FONTES

Adaptação ao inevitável: acção nacional e cooperação internacional – Relatório de desenvolvimento urbano 2007-2008, Capítulo 4, Bangladesh.

Disponível: [http://hdr.undp.org/en/media/HDR\\_20072008\\_PT\\_chapter4.pdf](http://hdr.undp.org/en/media/HDR_20072008_PT_chapter4.pdf)

ALCOFORADO, M. J., ANDRADE, H., OLIVEIRA, S., FESTAS, M. J. & ROSA, F. 2009. Alterações Climáticas e Desenvolvimento Urbano. *In: DGOTDU (ed.) Política de Cidades - 4*. Lisboa: Europress, Editores e Distribuidores de Publicações, Lda.

Disponível: [http://www.dgotdu.pt/filedownload.aspx?schema=ec7b8803-b0f2-4404-b003-8fb407da00ca&channel=86AD646C-08B0-4F63-83B9-7A41EB67DD89&content\\_id=84C44AA3-165B-4B0C-8F60-67A147D043B2&field=file\\_src&lang=pt&ver=1](http://www.dgotdu.pt/filedownload.aspx?schema=ec7b8803-b0f2-4404-b003-8fb407da00ca&channel=86AD646C-08B0-4F63-83B9-7A41EB67DD89&content_id=84C44AA3-165B-4B0C-8F60-67A147D043B2&field=file_src&lang=pt&ver=1)

BOER, Florian; JORRITSMA, Jens; VAN PEIJPE, Dirk (2010). *De Urbanisten and the Wondrous Water Square*, Roterdão. 010 Publishers.

CAC 2008. Memorando sobre o estado de cumprimento do Protocolo de Quioto. *Documento para discussão no Fórum para as alterações Climáticas*. Comissão para as Alterações Climáticas.

CCE 2007. Livro Verde - Possibilidade de acção da União Europeia. Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.

Disponível: [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2007/com2007\\_0354pt01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2007/com2007_0354pt01.pdf)

COM (2009). *Livro Branco - Adaptação às alterações climáticas: para um quadro de acção europeu*. Comissão das Comunidades Europeias.

COSTA, João Pedro; COELHO, Carlos (2006). *A renovação urbana de frentes de água: infra-estrutura, espaço público e estratégia de cidade como dimensões urbanísticas de um território pos-industrial*. in: Artitextos, nº2. Lisboa. FA.

COUZIN, Jennifer (2008). *Living in the Danger Zone*. in: Science, Vol. 319, Issue 5864, pp.748/749.

HILL, K.; BARNETT, J. (2008). *Design for Rising Sea Levels*. in: Harvard Design Magazine, number 27. Cambridge Massachusetts.

IPCC 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Disponível: [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/)

IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Disponível em: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf)

JACOBS, J., GREEF, P. D., BOSSCHER, C., BERNOU HAASNOOT, ERNA WEVER, SPEELMAN, J. P. & JONG, M. D. 2007. Waterplan 2 Rotterdam : Working on Water for an Attractive City. Municipality of Rotterdam, Schieland and Krimpenerwaard Water Control Board, The Hollandse Delta Water Authority, Delfland Water Control Board.

Disponível:

[http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/WATERPLAN\\_engels.pdf](http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/WATERPLAN_engels.pdf)

MAOT (2001). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo*. MAOT, Instituto da Água.

MAOTDR 2009. Proposta de Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas em Portugal. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Disponível:

[http://www.maotdr.gov.pt/Admin/Files/Documents/Estrat%C3%A9gia%20Adapta%C3%A7%C3%A3o%20as%20AC\\_vs%20para%20Publica.pdf](http://www.maotdr.gov.pt/Admin/Files/Documents/Estrat%C3%A9gia%20Adapta%C3%A7%C3%A3o%20as%20AC_vs%20para%20Publica.pdf)

MOLENAAR, A., JOHN JACOBS, W. D. J., POL, P., VERHAGEN, W. & WIRSHELL, N. 2009. Rotterdam Climate Proof Programme. Rotterdam: Rotterdam Climate Initiative.

Disponível:

[http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/RCP\\_adaptatie\\_eng.pdf](http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/RCP_adaptatie_eng.pdf)

NORDENSON, G., SEAVITT, C., YARINSKY, A., CASSELL, S., HODGES, L., KOCH, M., SMITH, J., TANTALA, M. & VEIT, R. 2010. *On the Water : Palisade Bay*, New York, MoMA.

NPCC 2009. Climate Risk Information : New York City Panel on Climate Change. New York.

Disponível : [http://www.nyc.gov/html/om/pdf/2009/NPCC\\_CRI.pdf](http://www.nyc.gov/html/om/pdf/2009/NPCC_CRI.pdf)

OCDE 2011. Integração da Adaptação às Alterações Climáticas na Cooperação para o Desenvolvimento: Guia para o Desenvolvimento de Políticas.

Disponível : [http://www.oecd-ilibrary.org/development/integracao-da-adaptacao-as-alteracoes-climaticas-na-cooperacao-para-o-desenvolvimento\\_9789264110618-pt](http://www.oecd-ilibrary.org/development/integracao-da-adaptacao-as-alteracoes-climaticas-na-cooperacao-para-o-desenvolvimento_9789264110618-pt)

RIBA 2007. Living with water : Visions of a Flooded Future. London: Building Futures.

Disponível: <http://www.buildingfutures.org.uk/assets/downloads/pdf/57.pdf>

RIBA & ICE 2009. Facing up to rising sea levels: Retreat? Defend? Attack?

Disponível:

[http://www.buildingfutures.org.uk/assets/downloads/Facing\\_Up\\_To\\_Rising\\_Sea\\_Level\\_s.pdf](http://www.buildingfutures.org.uk/assets/downloads/Facing_Up_To_Rising_Sea_Level_s.pdf)

Peel, Charlie – coord. (2009). *Facing up to Rising Sea-Levels: Retreat? Defend? Attack?*. Building Futures/RIBA, ICE.

SANTOS, F. D., K.FORBES & R.MOITA 2001. *Mudança Climática em Portugal, Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação- SIAM*, Lisboa, Gradiva.

Disponível : [http://www.siam.fc.ul.pt/SIAM\\_SumarioExecutivo.pdf](http://www.siam.fc.ul.pt/SIAM_SumarioExecutivo.pdf)

Santos, F. D; Miranda, P. (2006). *Alterações Climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*. Projecto SIAM II. Lisboa, Gradiva.

**ANEXOS: PAINEIS DE APRESENTAÇÃO**

**(PROVISÓRIO)**